The Department of Public Instruction, Bombay.

PHYSICAL GEOGRAPHY

BY

H. F. BLANFORD, F. G. S.

TRANSLATED INTO GUJARATI

BY

R. S. MAHIPATRAM RUPRAM NILKANTH, C.I.E.,

GUJARATI TRANSLATOR, EDUCATIONAL DEPARTMENT.

SECOND EDITION.—3,000 Copies.

Bombay:

GOVERNMENT CENTRAL BOOK DEPÔT.

1887.

Price (8) Eight Annas.

BOMBAY:
PRINTED AT THE INDIAN PRINTING PRESS.

મુંબઈ ઇલાકાનું સરકારી કેળવણીખાતું.

ભૂતળવિદ્યા.

મૂળ ઇંગ્રેજીપરથી ભાષાંતર કરનાર

રાવ સાહેબ મહીપતરામ રૂપરામ નીલકંઠ,
સી. આઈ. ઈ.

ગુજરાતી ટ્રાન્સલેટર, એજ્યુકેશનલ ડીપાર્ટમેંટ.

આવૃત્તિ બીજી—૩,૦૦૦ પ્રત.

હીંદસરકારના સને ૧૮૬૭ ના ૨૫ માં આક્ટ પ્રમાણે આ ગ્રંથ નોંધાવ્યોછે.

મુંબઈ.

સરકારી મધ્ય બુકડીપો.

સને ૧૮૮૭.

કીમત આઠ આના.

મુંબઇ:
ઇંડિયન પ્રિન્ટિંગ પ્રેસમાં છાપી.

અનુક્રમણિકા

ઉપોદ્ઘાત.

પ્રકરણ ૧ લું.

પૃથ્વી ગ્રહ છે.

પ્રકરણ ૨ જું.

વાતાવરણ.

પ્રકરણ ૩ જું.

સાગર.

પ્રકરણ ૪ થું.

જમીન શી રીતે બની.

પ્રકરણ ૫ મું.

પૃથ્વીના માંહેલા ભાગની ઉષ્ણતા અને તેનાં પરિણામ.

પ્રકરણ ૬ ઠું.

ગિરિમાલા.

પ્રકરણ ૭ મું.

બરફ અને ફૂલબરફ.

પ્રકરણ ૮ મું.

નદીનો ઇતિહાસ.

પ્રકરણ ૯ મું.

નદીઓ અને સરોવરો.

પ્રકરણ ૧૦ મું.

ભૂમિ અને તેપર વસનારા.

અવલોકન.

ભૂતળવિદ્યા.

ઉપોદ્ઘાત.

ભૂતળવિદ્યાના વિષય અને તે શીખવાની રીત.

ભૂતળવિદ્યાપર વ્યવસ્થા પૂર્વક લક્ષ આપ્યાની પૂર્વે એ નામ ક્રિયા જ્ઞાનને લગાડવામાં આવેછે તેનો સામાન્ય વિચાર કરીએ. ઘણાના જોવામાં આવ્યો હોય એવો બનાવ લઈએ. ધારોકે તમે આષાડ કે શ્રાવણ માસમાં કોઈ નદીને કાંઠે ઊભા છો, ને વરસાદ મસ વરસવાથી તેમાં મેલું પાણી ઊછળતું ને વમળ કરતું ખળખળ ધસ્યું જાયછે. ગયા ચોમાસાને અંતે પાણી ઉતરી ગયા પછી સામે કાંઠે માટી ઠરવાથી ખેતી કરવા જેવી જમીન બની હતી ને તે પર ખેડુતે વાવેતર કર્યું હતું. આ વેળા રેલના પાણીથી તે ભોંયનો કેટલોક ભાગ ખોદાઈ જઈ ઘસડાઈ ગયો છે, અને બાકીનો જે ભાગ હજી ડૂબ્યો નથી તેમાં મોટાં કોતરો પડયાં છે ને તેમાંથી મોટી ભેખડો તૂટી પડી પાણીમાં ભળી તણાઈ જાયછે. એવું કેમ બનેછે એવો પ્રશ્ન તમે તમારા પંડને કદી પૂછયોછે? એવું તો તમે ઘણીએવાર જોયું હશે અને તેથી કદાચ એમ ધારતા હશો કે એમ નદીમાં પૂર આવે અને ઉતરી જાય, ભાઠાં બને અને ખોદાઈ જાય, તથા પાણી એકુની એક દિશામાં વહ્યું જાય અને જે એમ ગયું તે પાછું આવે નહિ એમાં નવાઈ કાંઈ નથી. તમે જાણોછો કે વરસો વરસ એમનું એમ થયાં કરેછે, અને પચાસ વરસ પછી પાછા આ ઠેકાણે આવો તો એમજ બનતું દેખો એવી વકી રાખોછો. પણ હવે થોડો વિચાર કરો. સંભારો કે જે ભાઠાને હવણા પૂરનાં પાણી ખોદેછે તેવું ભાઠું તેજ સ્થળે બે વરસ પર નહોતું. તેવેળા ત્યાં રેતી હતી. બે વરસપર શિયાળામાં નદીના આ ભાગમાં પાણી જેટલું ઊંડું હતું તેનાથી આ સાલના શિયાળામાં વધારે ઊંડું હતું. હાલ જેઓ ૫૦ વરસની ઉમરના થયા-

છે તેમને પૂછશો તો કહેશે કે તેઓ બાળપણમાં નરતાં શીખવા આવતા ત્યારે જ્યાં મથોડું ઊંડું પાણી હતું ત્યાં હાલ સૂકી રેતી છે. આપરથી તમને આવિષે વધારે તજવીજ કરવાનું કદાચ મન થશે, અને દેશના બીજા ભાગમાંથી આવેલા માણસને પૂછશો કે ત્યાંની નદીઓમાં પણ એવું બનેછે કે નહિ. "[1]જ્યાંથી નદી જતી રહેલી એવાં તજાયલાં પાત્ર આપણા દેશમાં ઘણે ઠેકાણે છે. પરાંતિજ આગળ બોખ નામે ખાડ છે ત્યાં કોઈ સમે નદી વહેતી હશે એવું દર્શાવનારાં સ્પષ્ટ ચિન્હો છે. પહેલાં ભાદર નદી ધંધુકા પાસે થઈને વહેતી હતી તે ઈ. સ. ૧૮૧૭ માં ત્યાંથી જતી રહી. ભરૂચના લોકને પૂછશો તો જૂની નર્મદા એટલે નર્મદાનો જૂનો માર્ગ દેખાડશે. મુગલાઈ અમલમાં અને ઇંગ્રેજી અમલના આરંભમાં સૂરતમાં ચીન અને વિલાયતની સફરો કરનારાં મોટાં ઝાઝ આવતાં; હાલ સૂરતથી બારાસુધી તાપી નદી એટલી બધી પૂરાઈ ગઈછે કે કાંઠે ફરનારાં નાનાં વહાણને આવવું કઠણ પડેછે, અને જ્યાં ઇંગ્રેજની લાતી હતી અને જ્યાં ફુરજો એટલે જકાત લેવાની જગા હતી ત્યાં મોટાં વહાણોનો માલ ઉતરતો ત્યાં હવે વહાણ તરે એટલાં પાણી નથી.'

તમે જે નદીને તીરે ઊભાછો તેમાં જે જે ફેરફાર તમારી નજરે તમે જોયા હશે કે જે માણસોને તમે મળોછો તેમણે દીઠેલા તે તો મોટા સ્થાયી વિકારોના નાના નમૂના છે. થોડો શોધ કરવાથી તે પણ તમારા જાણવામાં આવે. આ નદી વડે એથી વધારે જ્ઞાન પણ થઈ શકેછે. તમે જુઓછો કે આ વેળા એનું પાણી બહુ કચરાળું છે; કેટલાક વખત સુધી ઠરવા દો તેવારે પીવા જેવું થાય. ચોખ્ખો ઘડો એ પાણીએ ભરો ને તે હાલે નહિ તેમ મૂકી છાંડો. આસપાસનાં ખેતરોમાં કાંપ જુઓછો તેવો કાંપ તેને ત-

---

૧ અસલ ઇંગ્રજી પુસ્તક બંગાળા ઈલાકાની નિશાળોને માટે રચેલુંછે તેથી તેમાં અહિં બંગાળાની નદીઓના દાખલા આપ્યાછે તેને બદલે મેં આ કલમમાં ગુર્જરદેશની નદીઓનાં ઉદાહરણ લખ્યાંછે.—ભાષાન્તર કર્તા.

બીજો થોડા પહોરમાં ઠરશે. પરંતુ પાણીને પૂરૂં નિતર્યું થવાને કેટલાક દિવસ ઠરવા દેવું પડશે. પ્રથમ જે સ્થૂળ પદાર્થ નીચે બેસેછે તેના ઉપર તે વેળા ઝીણી માટી ઠરેછે[1]. જે નીચે ઠરેછે તે પાણીમાં મળેલું હોવાથી તે જાડું ને મેલું દેખાતું હતું. કચરાળું પાણી તમે ઘડામાં ભર્યું તેવું આખી નદીમાં છે. તમારા પ્રયોગથી જણાયું કે ઘણી વાર લગી એ જળ સ્થિર રહે ત્યારે નિતર્યું થાય. પણ નદીમાં પાણી દોડેછે તેથી તેમાંની માટી નીચે ન ઠરતાં તેની જોડે સમુદ્રમાં જાયછે. ત્યાં તેનું શું થાયછે તે આગળ કહેવામાં આવશે. પણ એટલામાં તમારા મનમાં એવો પ્રશ્ન ઊઠશે કે એ પદાર્થો ક્યાંથી આવેછે, અને વરસો વરસ એમ આવ્યાં કરેછે તેનું પરિણામ શું થાય? પહેલા સવાલનો જવાબ ઝટ દેવાય તેવો છે. થોડા વખતપર વરસાદ વરસ્યો તેનું પાણી હજી ખાડીમાં વહેછે, ને નદીના પાણીથી વધારે ગંદું છે. વરસાદ વરસ્યો તેવારે તેનું પાણી નિર્મળ ચોખ્ખું હતું. તમારી ડગલી ઉપર તે પડવાથી ડગલી ભીની થઈ, પણ તેનાપર કાદવ જણાતો નથી. તો તે પરથી ખુલ્લું છે કે ખાડીના પાણીમાં કાદવ અને કચરો મળેલોછે તે જમીન પરથી તણાઈ આવ્યોછે. નદીના પૂરમાં એજ પ્રમાણે છે. આ મોટી રેલનું સઘળું પાણી થોડા પહોર કે દહાડા કે અઠવાડીઆં અગાઉ વરસાદ હતો તે પૃથ્વી ઉપર પડયા કેડે આ ખાડી જેવા વહેળામાં વહ્યું, આગળ ચાલતાં બીજા વહેળામાં ભળી નાની નદીઓ બની, અને એ નદીઓ એકઠી મળી આ મોટી નદી થઈ. એમાં માટી, રેતી અને કચરો છે તે જમીન પરથી એ પાણીમાં ભળી ઘસડાઈ આવેછે, અને સમુદ્રમાં જાયછે. સમુદ્રમાંથી એને પાછાં આણવાને નદીઓ પાછી આવતી નથી. તો શું ભૂમિ ઉપરથી

---

૧ એ પ્રમાણે એ પાણીનો ઘડો ભરીને મૂકો ને થાય તે જુઓ. એનું નામ પ્રયોગ. હાલ તમે કાંઠે ઊભા રહી જુઓછો ને વિચાર કરોછો તે અવલોકન કહેવાય. સૃષ્ટિવિષે સર્વ જ્ઞાન એ બે રીતે પ્રાપ્ત થયું છે.

એ પ્રમાણે માટી વગેરે સદા ઘસડાઈ જાયછે? હા, હમેશ ઘસડાઈ જાયછે. એ નાશકારક કામ પ્રત્યેક નદી કરેછે, પણ વાસ્તવિક જોતાં એથી જરાએ નાશ થતો નથી. દરિયા ભણી જતાં પૂરની માટી ઘણેક ઠેકાણે નીચે ઠરેછે, અને તેથી ખેડવા જોગ જમીન બનેછે. ગુજરાતનો ઘણો ભાગ એ રીતે નદીના ઠરેલા કાંપનો બનેલોછે. એ બનવું બહુ ધીમુ છે. નદીઓના કાંપના ઠરવાથી વિશાળ પ્રદેશો બનતાં હજારો વરસ થયાં હશે; પણ આગળ દેખાડવામાં આવશે કે ભૂમિમાં તેના ઇતિહાસનો પુરાવો છે, અને હાલ કહ્યું તેમ અવલોકન અને તર્ક જાગ્રી રાખેથી તે ઇતિહાસ વાંચી શકાય. એ પ્રમાણે આપણા જાણવામાં આવેછે કે કોઈ કાળે ગુજરાતના મોટા પ્રદેશો સમુદ્રને તળીએ હશે, અને હળવે હળવે નદીઓની રેતી અને માટીથી સમુદ્ર પૂરાઈ જઈ વિશાળ ભાઠાં બન્યાં.

નદીઓથી જમીનના બનવા અને નાશ થવાના વિષયને હાલ થોડીવાર પડતો મૂકી પાણી ઉપર લક્ષ લગાડીએ. નદી આજ દિશાએ સદા કેમ વહેછે, અને વરસના અમુક ભાગમાં એમાં મસ પાણી આવી એ ભરપૂર અને બીજા ભાગમાં પાણી ઓછાં થઈ જઈ છાછર કેમ થઈ જાયછે? આ પ્રશ્નોના ઉત્તર પણ ઉપરના જેવાજ મનોરંજક છે. થોડી નિરીક્ષા કરતાં તમારા જાણવામાં આવશે કે પાણી ઊંચાણ ભણી વહેવાનું નહિ. ખેતરને પાણી પાવાને કૂવામાંથી કે તળાવમાંથી ખેડુત પાણી લાવેછે ત્યારે જ્યાં કોશવડે પાણી રેડેછે તે ભણી નીક ઊંચી કરવી પડેછે અને જે ખેતરમાં તે લઈ જવું હોય તે ભણી નીચાણ રાખવું પડેછે; કોશવડે કૂવામાંથી કે તળાવમાંથી કે નદીમાંથી પાણી ઊંચે આણી નીકને ઉપલાણે પાસે રેડેછે. નીકને જેમ ઢાળ વધારે હોયછે તેમ પાણી વધારે દોડેછે. જે નિયમ નીકને લાગુ પડેછે તેજ નદીને લાગુ પડેછે. નજરે જોતાં નદીના પાણીની સપાટી એક સરખી જણાયછે તેનું કારણ એ કે તેનો ઢાળ ઘણો થોડો છે. ભરૂચથી કે સૂરતથી વહાણમાં બેશી

ખંભાતી અખાતમાં જાઓ તો માર્ગમાં બધે પાણી એક સપાટીમાં દેખાશે, પણ વાસ્તવિક માપ કરશો તો ઉતરતે ઢાળે ઉતરોછો એવું સિદ્ધ થશે. કેટલેક ઠેકાણે નદીના ઢાળનાં માપ કાઢવામાં આવ્યાંછે. બંગાળામાં મુર્શીદાબાદથી સાગર બિંદુ સૂધીમાં હુગલી નદીનો ઢાળ ૬૦ ફુટનો છે. તેમજ કાશીથી મોંગીર સૂધી ગંગાનો ૧૦૦ ફુટ અને ધાકા સૂધી ૨૪૦ ફુટનો ઉતરતો ઢાળ છે.

નદી સદા તેજ દિશાએ વહેછે તેનું કારણ એ કે તેણી તરફ ઉતરતો ઢાળ છે, પણ એ ઢાળ એટલો થોડો છે કે તે જાણવાને સપાટીમાપક યંત્રવડે તેને શોધવો પડેછે. તમે પત્થરો ઊંચો ઉછાળોછો ત્યારે જે બળવડે તે પાછો નીચે પડેછે તેજ બળેકરીને પાણી નીચાણમાં વહેછે. એ બળને **ગુરૂત્વાકર્ષણ** કહેછે. એ બળવિષે આગળ મસ કહેવામાં આવશે.

જેટલું કહેવામાં આવ્યું તેટલું તમારા સમજવામાં પૂરૂં આવ્યું હશે તો તમારી મેળે તમને સૂઝશે કે જ્યાં નદીનું મૂળ છે ત્યાં કોઈ રીતે પાણીને ચઢાવવું જોઈએ. ત્યાં પાણી શીરીતે ચઢેછે તેનો ખુલાસો પણ એક સહેલા પ્રયોગ વડે કરીશું. એક છાછર થાળી લો. પાણી શોષી ન લે માટે તે કાચની કે ધાતુની લેજો. એ થાળીમાં પાણી રેડો ને જ્યાં તેને કોઈ છેડે નહિ ત્યાં ખુલ્લી હવામાં મૂકો. એ પાણી કેટલાક કાળમાં તેમાંથી અદૃશ્ય થશે. ઉનાળો હશે તો એક બે દિવસમાં એ થાળીમાંનું બધું પાણી સૂકાઈ જશે. એ પાણી ક્યાં ગયું? વામાં ભળી ગયું. વામાં દેખાતું નથી, કેમકે તે પણ વા થઈ ગયું. એ રૂપમાં એને **વરાળ** કહેછે. વાયુમાં હમેશ વરાળ હોયછે. સમુદ્ર, નદી, સરોવરાદિક પાણીનાં બધાં સ્થળોમાંથી નિરંતર વરાળ ઉત્પન્ન થઈ વાયુમાં ભળેછે. સૂરજના તાપથી સાગરમાં બીજાં સર્વ સ્થળો કરતાં વધારે વરાળ થાયછે, કેમકે સાગર બહુ વિશાળ છે. ત્યાંથી વાયરા વડે ઘણે દૂરસૂધી એ વરાળ જાયછે. એમાંનો ઘણો ભાગ જમીન ઉપર આવેછે, અને જેઠથી ભાદરવા માસ

લગી (જૂનથી સપ્ટેમ્બર લગી) સમુદ્ર ભણીથી પવન લાગલાગટ ખૂબ વાયછે ત્યારે એ વરાળ છેક અંદરના ભાગોમાં જઈ પહોંચેછે. એ વરાળરૂપ સદા રહેતું નથી. કોઈવાર તમે જોયું હશે કે આકાશ નિર્મળ છતાં દિવસે એકાએક વાદળાં થવા માંડેછે. ઉપરથી ગોળ અને નીચે ચપટાં કે કોઈ બીજા આકારનાં વાદળાં કોઈ બીજે ઠેકાણેથી આવતાં જણાયા વિના ઊંચે બંધાયછે. વરાળ ઠરી જઈ પાછું પાણી થાયછે તે એ વાદળાં છે. વખતે તેઓની પાછી વરાળ થાયછે એટલે તેઓ વીખરાઈ જઈ અદૃશ્ય થઈ જાયછે, ને વખતે વાદળનો ઘેરાવો વધી કાળાં વાદળાં બનેછે અને વરસાદ વરસેછે. પૃથ્વીપરના જળની વરાળ બની વાયુમાં ચઢેછે તેનો વરસાદ બનેછે, અને વરસાદનાં પાણી ભેગાં થઈ નદીઓ બનેછે.

હવણા જરા થોભી પુનરાવર્ત્તન કરીએ. થાળીમાં પાણી ભરી મૂકી છાંડીએ તેની જેમ વરાળ થાયછે તેમ મહાસાગરના પાણીની વરાળ થાયછે. થાળી નાની અને તેમાં પાણી થોડું માટે તેની વરાળ થોડી થાય અને મહાસાગર મોટો અને તેમાં પાણી બહુ માટે તેમાંથી પુષ્કળ વરાળ થઈ વાયુમાં ભળેછે. એ વરાળને વાયરો દૂર લઈ જાયછે. વાયુ કે હવા ગતિમાં હોય તે વાયરો કે પવન કહેવાયછે. વરાળનું પુનઃ પાણી થાયછે. એ પાણી અતિ ઝીણાં બિંદુ રૂપે હોયછે ત્યારે તેનાં વાદળાં બનેછે, અને વાદળાં ઘણાં ઘાડાં થાયછે તેવારે તેનો વરસાદ બનેછે. ઝીણાં જળબિંદુઓના એકઠા થવાથી મોટાં ફોરાં બનેછે. વરસાદનાં પાણી જમીનપરની માટી અને રેતીને મળી નીચાણમાં વહેછે, તેના વહેળા, નાળાં, અને નદીઓ બનેછે. એ નદીઓમાં મેલ હોયછે તે તેમાં ભળી ઘસડાઈ આવેલો હોયછે. નદીઓ તેમનાં ઢળતાં પાત્રોની વાટે સમુદ્રમાં જાયછે, અને જોડે ભૂમિના ચૂરાને લેતી જાયછે. સમુદ્રજળની વરાળ બની ફરી જમીન ઉપર આવેછે તેની જોડે એ ચૂરો પાછો આવતો નથી. વળી નદીઓનાં પાણી ઊભરાઈ કાંઠાની જમીન ઉપર

પ્રસરેછે ત્યારે ખાડા, ખાબોચીઆંદિક ભરાઈ તેનું પાણી ત્યાં સ્થિર થવાથી તેમાંની માટી નીચે બેસેછે ને ભાઠાં બનેછે. નદીના કચરાનો થોડો ભાગ જમીન ઉપર ઠરેછે અને બાકીનો ઘણો ભાગ સમુદ્રમાં જઈ તેને તળીએ બેસેછે. કોઈ બળવડે (જેનું નામ આપણે હજી દીધું નથી તેવડે) નવી જમીન બનતી નહોત તો ઘણે કાળે બધી જમીન ખોદાઈ સાગરમાં તણાઈ જાત. મોટા પર્વતો અને નાના ડુંગરોનો ક્ષય ઉતાવળે થાયછે તેઓ સમુદ્રમાં પહેલા જઈ પડત અને પછી સપાટ પ્રદેશો ધોવાઈ જાત. પરંતુ નવી જમીન બનાવનાર બળ છે એવું આગળ શીખવામાં આવશે. વરસાદ અને નદીઓની કરણી જેમ વારે વારે જોવામાં આવેછે તેમ એ બળની કૃતિ ઝટ દેખાતી નથી, માટે વધારે જાણીતા બનાવપરથી જે શીખવાનુંછે તે પૂરૂં થયા પછી એ બળનું જ્ઞાન મેળવીશું.

વરસોવરસ કેટલાક માસમાં નદીમાં મસ પાણી કેમ હોયછે અને બાકીના વખતમાં થોડાં કેમ હોયછે એ પ્રશ્નનો કેટલોક ઉત્તર હવે આપણે આપી શકીશું. તમે જાણોછો કે વરસાદ વરસવાથી નદીમાં પાણી વધેછે, અને જેઠથી ભાદરવા સુધીમાં ઘણોખરો વરસાદ વરસેછે. પણ એ જબાબ ઉપરથી બીજો સવાલ ઊઠેછે. અમુક ઋતુમાં વરસાદ એટલો બધો કેમ વરસેછે અને બીજી ઋતુમાં શામાટે નથી વરસતો? એનો ઉત્તર એવો દઈએ કે તે ઋતુમાં પવન સમુદ્ર ભણીથી વાયછે તેથી વરાળ ઘણી આવેછે, અને બાકીના વખતમાં ભૂખર વાયછે એટલે જમીન ઉપરથી વાયરો આવેછે તેમાં વરાળ ઘણી થોડી છે, ને એ બંને બનાવ સત્ય છે એવું થોડા અવલોકનથી સિદ્ધ થાયછે, તો પવનની દિશા બદલાવાનું કારણ જણાવવાનું બાકી રહેછે. એ કારણ પણ સમજાવી શકાશે, તથાપિ તે થોડા શબ્દોમાં નહિ કહી શકાય, અને તેના ખુલાસાને સારૂ આપણી આજુબાજૂ બનતા બનાવોની વધારે નિરીક્ષા કરવી પડશે.

હવે જુઓ કે જે બાબતો તમને ઘણીજ જાણીતી છે, અને

તેઓપરથી કાંઈ જ્ઞાન મેળવી શકાશે એવું તમે અદ્યાપિ કદાચ ધાર્યુંએ નહિ હશે તેઓ વિષે વિચાર પૂર્વક થોડાં અવલોકન કરવાથી કેવી કેવી મનોરંજક બીના સૂઝેછે. તેઓપરથી અણધાર્યું નવાઈ જેવું અનુમાન નીકળેછે કે જે ધરતી ઉપર આપણે વશીએ છીએ તે હળવે હળવે ક્ષય પામેછે, અને તેમછતાં આપણા રહેઠાણને કાજે એટલી બધી ભૂમિ રહેછે તેપરથી સંભવેછે કે નવી જમીન બનવાનાં કોઈ સાધનો હશે. એ સાધનો કિયાં છે તે આપણે હજી જાણવું નથી. આપણે જોયું કે પવન જેવું અસ્થિર તત્વ પણ કાંઈ નિયમસર વાયછે; કેટલાક મહીના એક દિશાએથી વાયછે અને કેટલાક મહીના બીજી દિશાએથી વાયછે; પરંતુ એમ કરવાનું કારણ શું તે હજી જાણવાનું છે; ને અદૃશ્ય વરાળનાં વાદળાં શાથી બનેછે તે પણ જાણવાનું છે.

મેં લખ્યું છે તે આળસુની પેઠે વાંચીને તૃપ્ત ન રહેતાં, હું ધારૂં છું કે, તમે નજરે જોઈ મનન કર્યું હશે. જો એમ હશે તો સૌથી અગત્યની શીખામણ એ તમે મેળવી હશે કે ઉત્તમ જ્ઞાન ગ્રંથો વાંચવાથી નથી મળતું, પણ જે તમારી આસપાસ બનેછે તે લક્ષપૂર્વક જોવાથી, જે જોયું તેપર વિચાર કરવાથી, અને એકલા અવલોકનથી જેનો પૂરો ખુલાસો થયો નથી તે વિષે બની શકે તો પ્રયોગ કરવાથી મળેછે. આજસૂધી સૃષ્ટિ વિષે જે જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયુંછે તે **અવલોકન** અને **પ્રયોગ** એ બે રીતે થયું છે. જે તમે પંડે જોઈ શકતા નથી, પણ બીજાએ જોયુંછે તે તથા તેઓ વિષે બીજા કોઈએ શી તજવીજ કરીછે ને શો વિચાર કર્યોછે તે પુસ્તકો વડે જાણવું. ચોપડીઓનો મુખ્ય ઉપયોગ એ છે. ચોપડીમાં વાંચી તેવું કરતાં શીખવું.

ભૂતળભૂગોળવિદ્યાના અર્થનો કાંઈક વિચાર હવે તમારા ધ્યાનમાં આવ્યો હશે. આપણી પૃથ્વી ઉપર જે વિકાર થયા જાયછે તેની વાત એ વિદ્યામાં છે. જગત્ જોવામાં આવેછે તેવું કેમ છે તેનું જ્ઞાન, યથાશક્તિ, એ વિદ્યા કરેછે. આપણા અસ્તિત્વનું જ્ઞાન કે જગત્‌ના અસ્તિત્વનું જ્ઞાન એથી થતું નથી.

વિદ્યાથી એવી બાબતોનો ખુલાસો થઈ શકતો નથી. એ વિદ્યા જણાવેછે કે પૃથ્વી ઉપર જે વિકાર થયા જાયછે તે પ્રથમ અનિયમિત દેખાય, પરંતુ તેમ નથી, તે સર્વે નિયમ પૂર્વક થાયછે, ને પ્રત્યેક વસ્તુ વિકારને પાત્ર છે. વળી કોઈ પણ બનાવ ઉપાધિ કે કારણ વિના બનતો નથી. કોઈ બનાવનો ખુલાસો જડે અને માલૂમ પડે કે તે ખુલાસો સદા સાચો છે, જેમકે હવણા આપણે જાણ્યું કે વરસાદથી નદીઓ પોષાયછે, અને તેઓ સદા ઉતરતે ઢાળે સમુદ્ર ભણી વહેછે, કે જમીન સદા ક્ષય પામેછે, અને કોઈ પ્રકારે નવી બનેછે ત્યારે એને આપણે સૃષ્ટિનો નિયમ કહિયે છીએ. આપણી આસપાસ જે ફેરફાર થયા જાયછે તેના નિયમો શોધવા એ ભૂતળભૂગોળવિદ્યાનો હેતુ છે.

પ્રકરણ ૧ લું.

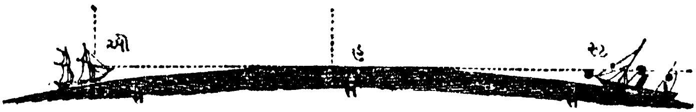
પૃથ્વી ગ્રહ છે.

પર્વત ભણી જઇએ છીએ ત્યારે પ્રથમ ઘણે દૂરથી તેનાં શિખરો દેખાયછે. 'પાવાગઢનો ડુંગર વડોદરૂં અને મિયાગામની વચ્ચેને માર્ગે જતાં પૂર્વ ક્ષિતિજમાં દેખાયછે. તેમજ વડનગર અને વિસલનગરથી થોડે છેટે જતાં દાંતા, આરાસુર, અને તેની પાસેના ડુંગરોની ટોચો ક્ષિતિજમાં વાદળાં જેવી દેખાવા માંડેછે, ને પાલિટાણાને શિખરે દેરાં છે તેઓનાં ધોળાં શિખરોનો આભાસ સૂરજના પ્રકાશથી ઘણા ગાઉથી જણાવા માંડેછે.'[1] બંગાળાની ઉત્તરે ભાગલપુર પ્રાંત છે તેના ઉત્તર ભાગમાંથી નિર્મળ આકાશ હોયછે ત્યારે તડકામાં ચળકતી પર્વતની ધોળી ટોચો ઉત્તરે દેખાયછે. એ હિમાલયનાં હિમ એટલે બરફથી ઢંકાયલાં શિખરો છે. તેઓનાં કાઢેલાં માપ જેટલો ઊંચો

૧ મૂળ ગ્રંથમાં બંગાળામાંથી દેખાતા હિમાલયનું દૃષ્ટાંત આપ્યું છે તે ન સમજાય માટે મેં આ આપણા દેશનાં ઉમેર્યાંછે.—ભાષાન્તર કર્તા.

હોય એવું એટલે બધે અંતરેથી જોતાં સંભવતું નથી, તેઓ છેક ક્ષિતિજમાં નીચા દેખાયછે. પાવાગઢ ૨,૫૦૦ ફુટ એટલે સાડી બારસેં ગજ ઊંચો છે. બંગાળાની સપાટ જમીનથી લગભગ ૧૬,૦૦૦ ફુટ એટલે આશરે ત્રણ મૈલની ઊંચાઈ સુધી બરફ બંધાતું નથી. નિરીક્ષા કરનારને દેખાઈતી સપાટ જમીન ઉપરથી પહાડોનાં મથાળાં દેખાયછે, પણ તેના ઢાળ દેખાતા નથી. એ નવાઈ જેવું લાગે, પરંતુ ઘણા જાણીતા દેખાવોમાંનો એ એક માત્ર છે, અને એ દેખાવો પરથી આપણે શીખીએ છીએ કે પૃથ્વી ગોળો કે દડો છે; તથાપિ એ ગોળો એવડો મોટો છે કે આપણે આસપાસ તેનો જેટલો ભાગ એક ઠેકાણેથી જોઇ શકીએ છીએ તે સપાટ જણાયછે. સમુદ્ર જ્યારે સ્થિર હોયછે ત્યારે જમીનથી ઓછો ખરબચડો છે, અને વધારે ચપટો દેખાયછે. ત્યાં નિત્ય જોવામાં આવેછે કે વહાણાદિક દૂર રહેલી વસ્તુઓના નીચલા ભાગ સમુદ્રના પૃષ્ઠની ગોળ વાંકાશને લીધે ઢંકાઈ જાયછે. વહાણના ડોલના એટલે વચમાં જડેલા થાંભલાની ટોચે ચઢીને જોનાર ખારવાને દૂરથી આવતી આગબોટ દેખાયછે ત્યારે પ્રથમ તેને તેનો ધુમાડો માત્ર દીસેછે. પછી તે પાસે આવતી જાયછે ત્યારે તેના સડની ટોચો ક્ષિતિજમાંથી પાણીની ઉપર આવતી નજરે પડેછે. સડો અને ધુમાડાનાં ભુંગળા વધારે ઉપર આવતાં જાયછે ને અંતે આગબોટનું પૂઠીયું નજરે પડેછે. ગમેતે દિશાથી,—ઉત્તર, દક્ષિણ, પૂર્વ કે પશ્ચિમ,—તે આવતી હોય તોએ તેના ભાગ હમણા કહ્યા તે અનુક્રમે દૃષ્ટિએ પડેછે; ઊંચામાં ઊંચા હોયછે તે પહેલા અને નીચામાં નીચા હોય તે છેલ્લા. જો પૃથ્વી ખરેખરી ચપટી હોત તો એવું બનત નહિ. ઘણે છેટે હોય ત્યારે આગબોટ માત્ર ડાઘા જેવી જણાત, અને સ્પષ્ટ જણાય એટલે પાસે આવતાં તુરત તેના પૂઠીઆ, સડ અને ભૂંગળાં સર્વે એકે કાળે જોડે દેખાત. હેઠળ પાડેલા ચિત્રવડે આ વર્ણન, અને પૃથ્વી ગોળ છે એ તેપરથી શીખાય છે તે સમજાશે.

આકૃતિ ૧ લી.



ડોલની ટોચે ચઢી જોનાર ઓ છે, સ સમુદ્ર, સમુદ્રના દેખાતા પૃષ્ઠની ક્ષિતિજ હ અને દૂરની સ્ટીમર એટલે આગબોટ સ્ટ છે. અહિં કહેવું જોઈએ કે પૃથ્વીના કદના પ્રમાણમાં વહાણ અને આગબોટનાં કદ બહુ વધારે મોટાં પાડેલાંછે; ઓ સ્થળે રહેલા આદમી આગબોટના ડોલનાં મથાળાં માત્ર જોઈ શકે એટલે છેટે તે હોય તો એ બેની વચ્ચે ઘણા ગાઉનું અંતર હોવું જોઈએ.

ચંદ્ર પૃથ્વીના જેવો ગોળો છે, પણ તેના જેવડો મોટો નથી. દૂરબીનમાંથી જોતાં તે ગોળ દેખાયછે. એ દેખાવમાં વિકાર થાયછે તે સર્વેના જાણવામાં છે; એ વિકારને ચંદ્રની કળા કહેછે; પાતળા શિંગાકારથી મોટો થતાં થતાં અર્દ્ધ ગોળ થાયછે, પછી પૂર્ણ ગોળ થાયછે, ને પાછો નાનો થવા માંડેછે. ધોળી માટી કે ખડીનો ગોળો કરી રાત્રે એક દીવા આગળ ધરીએ એવી રીતે કે તેની એક બાજૂપરજ પ્રકાશ પડે, ને ત્યારકેડે તેની પ્રત્યેક બાજૂએથી જોઈએ તો ચંદ્રની કળાના જેવા બધા દેખાવ દેખાશે. આપણે ચંદ્ર ઉપર જઈ પૃથ્વીને જોઈએ તો ત્યાંથી પૃથ્વીનો દેખાવ પણ તેવોજ દેખાશે; ફેર એટલોજ પડશે કે ચંદ્ર દેખાયછે તેથી પૃથ્વી ઘણી મોટી દેખાશે. ચંદ્રના જેવીજ પૃથ્વીની કળા નજરે પડશે. એનું કારણ એ કે ચંદ્ર અને પૃથ્વી એ બંનેપર સૂર્યનું તેજ સરખી રીતે પડેછે. વળી પૂનમે એટલે ચંદ્ર પૂર્ણ પ્રકાશેલા હોયછે તે દિવસે તેની અને સૂરજની વચ્ચે થઈને પૃથ્વી જાયછે તે વેળા કોઈ વાર તેના તેજસ્વી ભાગપર પૃથ્વીની છાયા પડેછે; ઉપર પ્રયોગને માટે માટીનો ગોળો અને દીવો કહ્યો તેની વચ્ચે બીજો ગોળો લાવવાથી પહેલા ગોળાઉપર બીજાનો ઓળો પડે તેમ પૃથ્વીનો ઓળો ચંદ્ર ઉપર પડેછે. ગોળ દડાનો ઓળો

ભીંત ઉપર ગોળ હોયછે તેવો પૃથ્વીનો ઓળો ચંદ્ર પર પડેછે તે સદા ગોળ હોયછે; પૃથ્વીનું ગમે તે પડખું ચંદ્ર ભણી હોયછે તો-પણ એ છાંયડો ગોળ હોયછે; હવે જે પદાર્થ ગોળો હોય તેનોજ પડછાંયો સદા ગોળ પડેછે, બીજા કોઈ આકારનો હમેશ તેવો પડતો નથી માટે પૃથ્વી ગોળો છે એ સિદ્ધ થાયછે.

પૃથ્વીના ગોળાકારના બીજા પુરાવા છે તે ગરજ પડે તો આપી શકાય, પરંતુ પૃથ્વીના ઓળાનો પુરાવો પાકો હોવાથી બીજા ન કહેતાં પૃથ્વીને ગોળ માનવામાં વાંધો શો છે તેનો ખ્યાલ કરીએ. પહેલો વાંધો એ લાગશે કે પૃથ્વી દડો છે તો તેને મથાળે વસનારા તો તે ઉપર ઊભા રહી શકે, પણ તેની તળે લોક વસેછે કે નહિ અને વસેછે તો તેઓ પડી કેમ નથી જતા? નીચલે પાસે માણસ વસેછે એમાં સંદેહ નથી. આપણા ભરતખંડની તળે દક્ષિણ અમેરિકા છે. આપણા દેશમાં મધ્યરાત થાયછે ત્યારે ત્યાં બપોર થાયછે. આપણે રાત્રે શાંતિમાં ઊંઘતા હોઈએછીએ તેવેળા ત્યાં રવિ પ્રકાશમાન હોઈ લોક પોતપોતાને ધંધે લાગેલા હોયછે. જે ક્ષણે તાર મૂકાવીએ તેજ ક્ષણે તે અમેરિકામાં પહોંચે એવી ગોઠવણ થઈ શકેછે. એ ગોઠવણે કરી સૂરજ આથમતો હોય તે વેળા અહિંથી તાર મોકલીએ છીએ તો અમે-રિકામાં તેજ ક્ષણે તાર આફીસમાં તાર વાંચનાર સૂરજને ઊ-ગતો દેખેછે. વળી ઘણાં વહાણો પૃથ્વીપ્રદક્ષિણા કરેછે. જે બંદરેથી ઊપડેછે તેની પૂર્વ દિશાએ હંકાર્યા જતાં પાછાં તે બંદરે આવેછે. એમછતાં આપણે જમીનને અને પાણીને આપણા પગ-તળે જોઈએ છીએ, અને આકાશ માથે જોઈએ છીએ તેમજ અ-મેરિકામાં રહેનારા અને વહાણે સફર કરનારા જમીનને અને પાણીને પોતાના પગ નીચે અને આકાશને માથા ઉપર દેખેછે, અને આપણી પેઠેજ ઊભા રહેછે. આપણે પત્થરો ઊંચે ઉછાળીએ છીએ તેવારે તે જેમ પાછો નીચે જમીન ઉપર પડેછે તેમજ ત્યાંએ પડેછે. પ્રથમ કદાચ આ ઝટ સમજાશે નહિ, પરંતુ પત્થરો ઊંચો ફેંક્યો ને પાછો નીચે પડયો એ ઉપર વિચાર કરીએ તો

ખુલાસો થાય.* ઊંચું અને **નીચું** એ વાસ્તવિક કહીએ તો ઊભા રહેલા હોઈએ તે વેળા આપણા અંગની સ્થિતિના સંબંધમાં છે ; આપણું માથું જે દિશા ભણી છે તેને **ઊંચેની દિશા** અને જેણી મેર આપણા પગ છે તેને **નીચેની દિશા** કહીએ છીએ. અમેરિકાના રહેવાશી પણ આપણી પેઠેજ ઊભા રહેછે તેથી જેને તેઓ ઊચું કહેછે તે જેને આપણે **નીચું** કહીએ છીએ તેજ છે. માટે આપણે ઉછાળેલો પત્થરો જે દિશામાં નીચે પૃથ્વી ઉપર આવેછે તેજ દિશામાં અમેરિકામાં ઉછાળેલો પત્થરો પૃથ્વીથી ઊંચો ચઢેછે. પૃથ્વીના ગોળાનો નમૂનો પાસે રાખી આવિષે થોડો વિચાર કરતાં સમજાશે. જેની કને એવો ગોળો નહિ હોય તેણે ઠીકરાની ગાગેર કે ઘડાનો કાનો ભાગી નાંખી તે ભાગને ગોળાકાર કરી અંદરના ભાગમાં માટી ભરી ગોળો બનાવવો. એવા ગોળાથી પણ આ સમજાશે. ઉપર કહ્યું તે પૂરૂં સમજાયાથી તેમના જ્ઞાનમાં અગત્યનો વધારો થશે. તે વધારો એ કે આપણે ઊંચે અને નીચે, ઉપર અને હેઠે કહીએ છીએ તે આપણી ઊભા રહેવાની સ્થિતિના સંબંધમાં છે.

આ વાત સ્પષ્ટ મનમાં ઉતર્યા પછી સમજવાનું એ રહ્યું કે પત્થરાદિક જે ઊંચે ફેંકીએ છીએ તે સદા પૃથ્વીઉપર પાછા કેમ આવેછે, અને અમેરિકાના લોકનાં માથાં આપણા પગની દિશામાં છતાં, અને આપણાં માથાં તેમના પગની દિશામાં છતાં તેઓ અને આપણે પૃથ્વીઉપર ઊભા કેમ રહી શકીએ છીએ. એનું કારણ એ કે પૃથ્વી હરેક વસ્તુને પોતાની ભણી ખેંચેછે. પૃથ્વી એમ કરેછે એટલુંજ નહિ, પણ હરકોઈ પદાર્થ આપણા જોવામાં કે ઝાલવામાં આવેછે, જેમાં ભાર છે એવી પ્રત્યેક ચીજ એ પ્રમાણે કરેછે. પત્થરો પડેછે તે પૃથ્વીને પોતાની ભણી ખેંચેછે. જેમ પૃથ્વી તેને ખેંચેછે તેમ તે પૃથ્વીને ખેંચેછે, પણ ખેંચવાનું બળ દરેકમાં તેના કદ અને વાસ્તવિક ભારના પ્રમાણમાં છે. સીસાનો અને રૂનો એવા બે ગોળા સરખા કદના લઈએ તો સીસાના ગોળામાં રૂના ગોળાથી તાણવાની

શક્તિ વધારે છે. હવે પૃથ્વી ઘણીજ મોટી છે અને પથરો ઘણોજ નાનો છે, તેથી આપણે માત્ર પથરાને ખેંચાતો દેખીએ છીએ, અને તેનેજ ગતિમાં જોઈએ છીએ. આપણે પૃથ્વીઉપર ઊભા રહીએ છીએ તેનું કારણ એ કે તે આપણને ખેંચેછે, અને આપણા જાણ્યાવિના આપણે તેને ખેંચીએ છીએ. એ ખેંચવાને **આકર્ષણ** કહેછે. આપણે ઊંચે ઊછળીએ કે કૂદીએ છીએ તેવારે એ આકર્ષણની સામા થઈએ છીએ, અને તે આપણને પૃથ્વી ઉપર તુરત તાણી લેછે. કોઈ વસ્તુનો **ભાર** કે **વજન** તે અરસપરસનું આકર્ષણ છે; તેને આપણે ઉપાડીએ છીએ ત્યારે ભાર લાગેછે તે આ આકર્ષણ બળ છે. પૃથ્વી ઉપર સર્વ સ્થળે આ બળ લાગેછે, અને એ તે બધે લગભગ સરખું છે, પણ બરાબર સરખું નથી.[1] જે જે પદાર્થમાં ભાર છે તેના ખેંચવાના બળને **ગુરૂત્વાકર્ષણ** કહેછે.

પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર કે તેની નજીક જે પદાર્થો છે તેઓનેજ આ ગુરૂત્વાકર્ષણ લાગેછે એટલુંજ નહિ, પણ ઘણે અંતરે રહેલા પદાર્થોને પણ લાગેછે. ચંદ્ર ચોડાઈમાં ૨,૧૫૩ મૈલ છે ને તેનું કદ પૃથ્વીથી $\frac{૧}{૯૪}$ છે તોપણ તે એટલો બધો વેગળો છે કે મધ્યમ કદના દડા જેવડો દેખાયછે, તથાપિ તેને પૃથ્વી ખેંચેછે અને તે પૃથ્વીને ખેંચેછે. પૃથ્વી તેને ખેંચેછે તેથીજ તે આપણાથી લગભગ સરખે અંતરે સદા રહેછે અને અવકાશમાં દૂર નાશી જતો નથી. એક સાદા પ્રયોગથી આ સમજાશે. એ હરકોઈ કરી શકે. ઠીકરાને કે પથરાને એકાદ વામ દોરીને એક છેડે બાંધો ને બીજો છેડો આંગળે વતી ઝાલી મેદાનમાં ઊભા રહી લાંબો હાથ કરી ચકર ચકર ફેરવો. એ લંગરની દોરી તમને ખેંચાતી લાગશે, ને નબળી હશે તો લંગર તૂટી વેગળે ઊડી જશે. જો ચંદ્રને પૃથ્વી પોતાની ભણી ખેંચતી ન હોત તો એજ પ્રમાણે તે જતો રહેત. આ પ્રયોગમાં લંગરને ઝાલી

---

૧ આપણા દેશ કરતાં ઈંગ્લાંડમાં જરા વધારે છે, અને ઈંગ્લાંડથી જરા ગ્રીન્લાંડમાં વધારે છે.

રાખનાર દોરી છે તેવી દોરી કે બીજું કાંઇ બંધન પૃથ્વી અને ચંદ્રની વચ્ચે નજરે તો પડતું નથી, તેમ પૃથ્વી અને ઉછાળેલા પત્થરની વચ્ચે તેવું કાંઇ નથી, તોપણ પૃથ્વી તેને ખેંચેછે એ સ્પષ્ટ છે.[1] પૃથ્વી અને ચંદ્રની વચ્ચેના અંતરથી પૃથ્વી અને સૂર્યની વચ્ચેનું અંતર ઘણું વધારે છે, અને પૃથ્વીથી સૂર્ય બારેક લાખ ગણો મોટો છે. ઉપર કહ્યું તેમજ પૃથ્વીને અને ચંદ્રને સૂર્ય ખેંચેછે; તે એટલા જોરથી ખેંચેછે કે તેઓ તેની આસપાસ ઉતાવળી ગતિએ ભમતા ન હોત તો તે બંને તેના અંગપર જઇ પડત, ત્યાં તે પ્રથમ ઓગળી જાત, અને પછી તેમનો ઘણો-ખરો ભાગ વરાળ થઇ જાત. સૂરજમાં તાપ એટલો બધો છે કે આપણે ગમે એટલો તાપ કરીએ તે તેની આગળ કાંઈ નથી. સૂરજ મોટો તેજસ્વી પદાર્થ છે. તેની ઉષ્ણતા અને તેનો પ્રકાશ પ્રાણી માત્રને અતિ ઉપયોગી છે. તે એટલાં જરૂરનાં છે કે તેના વિના બે દિવસ પણ કોઇ પ્રાણી જીવી શકે નહિ.

• સૂરજ વિષે તમે શું જાણોછો? થોડાં વરસ થયાં એ વિષે ઘણું જાણવામાં આવ્યુંછે. આપણાથી તે એટલે બધે છેટે છે કે આપણે પૃથ્વી પરથી ઊપડી તેની ભણી રેલવેની ઝડપથી એટલે કલાકે ૩૦ મૈલ લેખે જઇએ તો ત્યાં પહોચતાં ૩૮૮ વર્ષ લાગે; તેનું કદ એટલું મોટું છે કે તેના પૃષ્ઠ ઉપર કોઈ સ્થળેથી નીકળી એટલેજ વેગે હીંડતાં તે સ્થળે પાછા આવતાં નવ વરસ લાગે; પૃથ્વીપર એ પ્રમાણે કરતાં આશરે એક મહીનો માત્ર લાગે. તાપણું કરી તેનાથી થોડા ગજ આઘા ઊભા રહેતાં તેનો તાપ લાગતો નથી, પણ સૂરજ એટલો બધો દૂર છતાં વખતે તેનો તાપ એટલો હોયછે કે આપણાથી ખમી શકાતો નથી. થોડાં વરસપર શોધાયલી યુક્તિ વડે સૂરજના પ્રકાશપરથી જણાયુંછે કે પૃથ્વીપર જે તત્વો છે તેમાંનાં ઘણાંક તે ઉપર પણ છે. ઉદાહરણ, આપણે અહિં લોઢું છે તેમ ત્યાં પણ

---

૧ દેખાઈતા સંબંધ વિના આકર્ષણ થાયછે એ લોહચુમ્બક અને સોયવડે દેખાડવું. ભા. કર્તા.

લોઢું છે, પરંતુ ઘન રૂપમાં કે પ્રવાહી રૂપમાં નથી, ને તે રૂપમાં હશે તો તેની અંદર કે પેટામાં હશે, પણ બહારની બાંજૂએ તો વરાળરૂપે છે. આપણે શ્વાસ લઇએ છીએ તેવા વાયુરૂપે ત્યાં લોઢું છે. સૂરજના પૃષ્ઠ ઉપર અતિશય ઉષ્ણતા છે તેથી એવા રૂપમાં તે રહેછે. બીજી કેટલીક ધાતુઓ અને પદાર્થો ત્યાં છે તે પણ તાપે કરીને વાયુરૂપમાં છે. એવા વાયુની તળે પ્રવાહી પદાર્થો છે, પરંતુ તેઓ બરાબર પરખાતા નથી. ઉપોદ્ઘાતમાં કહેવામાં આવ્યું છે કે સૂરજના તાપથી પૃથ્વીપરના મહાસાગરના જળની વરાળ થાયછે. આગળ જણાવવામાં આવશે કે જે પવનના યોગે કરીને વર્ષાઋતુ એટલે ચોમાસું આવેછે તે પવનની ગતિ સૂરજના તાપથી ઉત્પન્ન થાયછે. પ્રકાશ અને તાપવિના વનસ્પતિ ઊગતી નથી, અને સૂર્યના સુખકર કિરણો વિના આપણે પણ ટાઢથી મરી જઈએ.

સૂરજથી રાત્રિ દિવસ થાયછે તે વિષે હવે વિચાર કરીએ. સવારે પૂર્વમાં ઊગીને ઊંચે ચઢતો લગભગ માથે આવી નીચે ઉતરતો ઉતરતો પશ્ચિમમાં આથમેછે, ત્યારે પ્રથમ એમ લાગેછે કે સૂરજ આપણા ઉપર થઈ ચાલ્યો જાયછે. પણ પૃથ્વીના આકાર વિષે તજવીજ કરવામાં જણાયું કે આપણે પહેલું કરેલું અનુમાન સાચું માન્યાની અગાઉ વધારે અવલોકન કરવાની અને અનેક અવલોકન અને તે પરથી કરેલાં અનુમાનને એક એક જોડે સરખાવી જોવાની જરૂર છે. આ બાબતમાં પણ તેમ કરવું જોઈએ. અહિં પહેલો પ્રશ્ન એ છે કે આપણે ગતિમાં છીએ એવું ભાન ન થતાં આપણે ગતિમાં હોઈ શકીએ કે નહિ? બીજો પ્રશ્ન એ છે કે એવું હોઈ શકે તો કોઈ ખરેખરા સ્થિર પદાર્થ આગળ થઈને ચાલ્યાં જતાં તે સ્થિર પદાર્થ ચાલતો અને આપણે સ્થિર છીએ એવું લાગે કે નહિ? થોડા અનુભવથી જણાશે કે આ બન્ને સવાલના જવાબમાં હા કહેવી પડશે. કોઈ માણસ પહોળી નદીની વચ્ચે ઊંડા પાણીમાં લંગર નાંખી ઊભી રહેલી હોડામાં બેઠોછે, પરંતુ તે હોડી ચાલતી નથી એ તેના જાણવામાં આવ્યું નથી તેવામાં

બીજી હોડી તેની પાસે થઈને નદીના વહેણમાં ચાલી જાયછે તે-વારે પોતાની હોડી ગતિમાં છે કે પેલી બીજી હોડી ગતિમાં છે એ તે કહી શકતો નથી. તેને એટલુંજ નક્કી જણાયછે કે એક નાવની પાસે થઈ બીજું નાવ જાયછે, પણ લંગર નાંખી પોતાના નાવને અટકાવેલું એ તે જુએ નહિ ત્યાંસુધી તે ઊભું છે ને બીજું જાયછે, કે બીજું ઊભુંછે ને પોતાનું ચાલેછે, કે બેઉ વિરુદ્ધ દિ-શામાં જાયછે એ તેના જાણવામાં આવશે નહિ. તેમજ કોઈ રેલવે સ્ટેશન ઉપર બે ટ્રેન ઊભી છે તેમાંની એકની કોઈ ગાડીમાં વચલે ભાગે અવલોકન કરનાર આદમી બેઠો છે. એમાંની એક ટ્રેન ધીમે રહીને ચાલવા માંડે તો માત્ર ગાડીઓ જતી જોઈ તે કહી શકશે નહિ કે પોતાની ટ્રેન ચાલેછે કે બીજી ચાલેછે. પોતાની ગાડીનો ગરગડાટ સાંભળશે, કે ચાલવા માંડતી ગાડીનો આચકો લાગશે કે સ્ટેશનનાં સ્થિર છાપરાં જોશે ત્યા-રેજ તેને ખરૂં ભાન થશે. પૃથ્વીની ગતિનો આચકોએ નથી લાગતો અને ગરગડાટે નથી સંભળાતો, માટે સૂરજ ફરેછે કે પૃથ્વી એ પારખવાની કસોટી માત્ર તારા છે. સ્ટેશનનાં છાપરાંની પેઠે તેઓ સ્થિર છે એવું જાણીએ કે માનીએ નહિ ત્યાંલગી તેઓવડે પણ કાંઈ કહી શકાશે નહિ. એટલું કહી શકાય કે સૂરજ ફરેછે તો તેઓ પણ ફરેછે અને બધા સરખે વેગે ફરેછે, કેમકે એક રસ્તે જતા જણાયછે. એ પરથી તો એવું અનુમાન થાય કે પૃથ્વી પશ્ચિમથી પૂર્વમાં ગતિ કરેછે તેથી તેનું પ્રત્યેક પાસું વારાફરતી સૂરજ અને હરેક તારા ભણી આણેછે, અથવા પૃથ્વી સ્થિર છે, અને આખું આકાશ તેની આસપાસ પૂર્વથી પશ્ચિમમાં ફરેછે. એપરથી પરિણામ એ થયું કે આવિષે સત્ય જાણવાને ઘણું અવલોકન કરવાની જરૂર છે. એ અવલોકન મોટા મોટા ખગોળવેત્તાઓએ કર્યુંછે અને તે પરથી તેમનો નિર્ણય એ છે કે પૃથ્વી ભમરડાની ગોડે ફરેછે, અને પૃથ્વીના સંબંધમાં

સૂરજ લગભગ સ્થિર છે એવું સાબિત થાયછે.[1] પૃથ્વીનું પ્રત્યેક પાસું સૂરજની ભણી જાયછે તેવારે ત્યાં તેનો પ્રકાશ પડી દિવસ થાયછે, ને તે પાસાની પછવાડેના ભાગમાં રાત હોયછે. ચંદ્રની કળા દેખાડવાના પ્રયોગને માટે આપણે માટીનો ગોળો બનાવ્યોછે તેને હવે પૃથ્વી ધારીએ. એ ગોળામાં તાર કે પાતળી લાકડી એવી રીતે ખોસો કે માંહે મધ્યભાગે થઈ આરપાર નીકળે. હવે તેના પૃષ્ઠ ઉપર વચલા ભાગથી જરા ઊંચે ભરતખંડને સ્થળે સાહીની નિશાની કરો ને થોડો ઢળતો રાખી દીવા આગળ ધીમી ગતિએ ફેરવો. સાહીની નિશાની દીવાભણી થઈને જશે તેવારે ત્યાં અજવાળું પડશે તે દિવસ, અને તે પાછલે પાસે આવશે ત્યારે અંધારામાં હશે તે રાત સમજવી.

૨૪ કલાકમાં એટલે આઠ પ્રહરના દહાડો રાતમાં પૃથ્વી તેના મધ્યમાં થઈને જનારી લીટીની આસપાસ એક આંટો ફરી રહેછે. એ લીટીને તેની ધરી કે **આંસ** કહેછે. માટીના ગોળામાં કે પૃથ્વીના કોઈ બીજા નમૂનામાં તાર, લાકડી, કે સળીઓ ખોસેલો હોય તે તેની ધરી કે આંસ અને તેના બે છેડા બહાર આવેલા હોય તે **ધ્રુવ** કહેવાયછે. પણ આપણી વાસ્તવિક પૃથ્વીમાં ધરી કે આંસ માત્ર કલ્પિત લીટી છે, અને એ કલ્પિત લીટીના છેડા પૃથ્વીના **ધ્રુવ** કહેવાયછે. ખાલી પોલ કે અવકાશમાં પૃથ્વીને ટેકો કે આધાર જોઈતો નથી; કેમકે ગુરુત્વાકર્ષણ અને તેનાંમાં જે ગતિ આપેલીછે તેવિના બીજું કોઈ કારણ આ રસ્તે કે તે રસ્તે લઈ જનાર નથી; એ બે તો તેને સૂરજની આસપાસ પ્રદક્ષિણા ફેરવાવેછે; જેમ ચંદ્ર પૃથ્વીની આસપાસ ભમેછે તેમ પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ ભ્રમણ કરેછે.

---

૧ કડીના ભમરડા જેવું **ગાયરોસ્કોપ** નામે યંત્ર બનાવ્યુંછે તેવડે પ્રત્યક્ષ પુરાવો મળી શકેછે કે પૃથ્વી ફરેછે અને સૂરજ કે તારા નથી ફરતા. ખશી શકેતેવા આધારપર તેને ગોળ ફેરવી શકાયછે, અને એ યંત્રનો ગુણ એવો છે કે એ આધાર ચળે પણ ફરતા ભમરડાની ધરી તેની તેજ દિશાએ રહે. એ ધરીને અમુક તારાની સામી રાખીને ભમરડાને ફેરવ્યાથી તે તારો આકાશમાં ખસેલો દેખાયા છતાં ધરી તેની સામીજ રહેશે. માટે પૃથ્વી ચાલી અને તારો ન ચાલ્યો.

પૃથ્વી સૂરજની આસપાસ એક વરસમાં ફરી રહેછે, અને ચંદ્ર પૃથ્વીની આસપાસ એક ચાંદ્રમાસમાં ફરી રહેછે. જો તેઓ પોતપોતાના માર્ગમાં અજવાળાનો સેરડો કરતાં જાય અને તે સેરડો કોઈ તારામાં રહી જુએ તો તે કુંડાળા જેવો દેખાય; ચંદ્રના સેરડાથી પૃથ્વીનો ઘણો મોટો દેખાય. પૃથ્વી જે કુંડાળું કરે તેની વચમાં સૂરજ દેખાય, અને ચંદ્રના કુંડાળાને મધ્યે પૃથ્વી હોય. વળી ચંદ્ર અને તેનું કુંડાળું પૃથ્વીની જોડે સૂર્યની આસપાસ ફરે. પૃથ્વીથી ચંદ્ર **લગભગ** સરખે અંતરે જણાશે, પણ **કેવળ** સરખે અંતરે જણાશે નહિ, અને સૂર્યથી પૃથ્વી **લગભગ** સરખે અંતરે જણાશે, પણ **કેવળ** સરખે અંતરે નહિ જણાય. આપણી પૃથ્વીના જેવા બીજા કેટલાક ગોળા ભિન્ન ભિન્ન અંતરે, અને પૃથ્વી ફરેછે તેજ દિશાએ સૂરજની આસપાસ ભમતા દેખાશે. એમાંનો એક પૃથ્વીથી ૧૩૦૦ ગણો મોટો અને ચાર ચંદ્રવાળો છે, અને બીજો અસાધારણ ચક્ર અને આઠ ચંદ્રવાળો છે. આપણી પૃથ્વીપરથી તેઓ તારા જેવા દેખાયછે, પણ ખરા તારાથી તેઓ જુદા છે, અને તારામાં ફરેછે. તેઓ ગ્રહ કહેવાયછે. ગ્રહોમાં જે સર્વથી વધારે ચળકતો છે તે વર્ષના કોઈ ભાગમાં સૂર્યોદયના પહેલાં પૂર્વમાં દેખાયછે, અને કોઈમાં સૂર્યાસ્ત પછી પશ્ચિમમાં દેખાયછે. જોશીઓ એને શુક્ર કહેછે.

સૂર્ય અને તેની આસપાસ ફરનાર પૃથ્વી, અને બીજા ગ્રહ તથા તેમના ચંદ્ર તથા તેજ પ્રકારના બીજા પુષ્કળ પદાર્થો એ સર્વના સમુદાયને ખગોળવિદ્યામાં **સૂર્યમંડળ** કે **સૂર્યમાળા** કહેછે. ઉપર કહ્યાપ્રમાણે કોઈ તારામાં રહીને એ સૂર્યમંડળને જોવામાં આવે તો તે બધું દર સેકંડે ચાર મૈલ એટલે દરરોજ ૩,૪૫,૬૦૦ મૈલને મોટે વેગે અવકાશમાં દોડ્યું જતું જણાય. પરંતુ ચાંદરણીઓ એટલી બધી આઘી છે કે એ ગતિને આપણે ઘણાં વર્ષ લગી નિરખ્યાં કરીએ તોએ સૂર્ય અને ગ્રહો હાલ તેમનાથી જેટલે છેટે દેખાયછે તેથી ભાગ્યે ઓછે અંતરે જણાય.

સૂર્ય અને ચાંદરણીઓની જોડે સરખાવી જોતાં આપણી પૃથ્વી વાસ્તવિક કેટલી બધી નાની અને તુચ્છ છે એ હવે વાંચનારના ધ્યાનમાં આવશે. જે ખરેખરા તારા છે તે બધા આપણી સૂરજના જેવા છે, અને તેમાંના કેટલાક આપણા સૂરજથી ઘણા મોટા છે; તથાપિ તે સર્વ એટલા બધા વેગળા છે કે તેઓ માત્ર ચળકતાં બિંદુ જેવા જણાયછે; અને ઘણાક તો એટલે બધે અંતરે છે કે દૂરબીન વિના દેખાતા નથી.

હવણા આપણે જે જાણ્યું તેનું તારણ કરીએ. આપણી પૃથ્વી ગોળો છે, ને તે તેના મધ્યમાં થઈને જનારી કલ્પિત લીટી ઉપર ભ્રમણ કરતી સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરેછે. તે પોતાના આંસ ઉપર એક આંટો એક દિવસમાં પૂરો કરેછે; એમ ફરતાં તેનો જે અર્દ્ધભાગ સૂર્ય ભણી હોયછે તે ઉપર તેનો પ્રકાશ પડવાથી ત્યાં દહાડો હોયછે, અને તેની પાછળના પાસાપર અંધારૂં હોઈ રાત હોયછે. વળી હરવરસે સૂરજની એક પ્રદક્ષિણા પૃથ્વી કરેછે, અને તે રીતે ચંદ્ર પૃથ્વીની એક પ્રદક્ષિણા એક મહીનામાં કરેછે, અને તેટલાજ કાળમાં પોતાની ધરી ઉપર એક આંટો ફરેછે. એથી ચંદ્રનું તેનું તેજ પડ્યું પૃથ્વી ભણી હોયછે અને સૂરજ ભણી પ્રત્યેક બાજૂ વારા ફરતી હોયછે. ચંદ્રનું જે પાસું સૂરજની તરફ હોયછે તે ઉપર તેનું તેજ પડેછે, અને તેને વાંસે અંધારૂં હોયછે. ચંદ્રઉપર વસ્તી હોય તો તેને એથી દહાડો ને રાત થાય, પરંતુ લગભગ પખવાડીઆનો દહાડો અને તેટલીજ રાત હોય. આપણી પૃથ્વીની પેઠે સૂરજની આસપાસ ફરનારા બીજા કેટલાક પદાર્થો ગ્રહ કહેવાયછે, તેમાંના કેટલાકની આસપાસ તેમના ચંદ્રો ફરેછે. જ્યોતિષશાસ્ત્રવિષે આ ગ્રંથ હોત તો એ ગ્રહોસંબંધી બીજું ઘણું લખત, પણ આ ચોપડી પૃથ્વીવિષે છે માટે આવતા પ્રકરણમાં પૃથ્વી સંબંધીજ કહેવામાં આવશે. સૂર્ય અને તારાને મુકાબલે પૃથ્વી ઘણીજ અલ્પ છે, તથાપિ આપણે જોઈશું, કે તેનું જ્ઞાન ઘણું મનોરંજક છે. છેલ્લું એ શીખ્યા કે સૂર્ય અને પૃથ્વી આદિક ગ્રહો અપાર અવકાશ-

માં ઉતાવળી ગતિ કરેછે, અને તેઓ એક એકથી ઘણે છેટે છતાં ગુરૂત્વાકર્ષણવડે એટલે એક એકને પોતાના ભણી ખેંચવાની શક્તિવડે એ સર્વ જોડે રહેછે. એજ આકર્ષણે કરીને આપણે પૃથ્વીઉપર ઊભા રહી શકીએ છીએ, અને જેઉંચે ઊછાળીએ છીએ તે પાછું નીચે પડેછે.

પ્રકરણ ૨ જું.

વાતાવરણ.

પૃથ્વી વાયુથી પૂર્ણ ઘેરાયલીછે, ને એ વાયુના ઘેરને **વાતાવરણ** કહેછે. વાયુને આપણે નજરે દેખી શકતા નથી, તોપણ પવનથી તેનું દબાણ કે બળ લાગવાથી તે **કાંઈ વસ્તુ** છે એવું આપણે માનવું પડેછે. વાયુ વખતે બહુ મસ્ત થવાથી વાવાઝોડાં થાયછે તેથી ઘર પડી જાયછે, ઝાડ ભાંગી પડેછે, વહાણો ભાગેછે ને ડૂબેછે, અને દરિયા કાંઠે આવેલા નીચાણના દેશોમાં કોઈ વાર એથી પણ વધારે વિનાશકારી બનાવ બનેછે. વાના અતિ બળે કરીને સમુદ્રના પાણીનો બહુ મોટો હોડો (ઓઢો) બની જમીન ઉપર એકાએક ધશી આવી ફરી વળેછે. માર્ગમાં જે આવે તેને એ ઓઢો ડૂબાવી નાશ કરેછે. તો સ્પષ્ટ છે કે વાયુ કાંઈ પદાર્થ છે, અને વખતે એ પદાર્થ બહુ બળવાન હોયછે.

પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર સકળ સ્થળે વાયુ માલૂમ પડેછે; ઊંચામાં ઊંચા પર્વતોને શિખરે પણ છે, પરંતુ પૃથ્વીથી ઘણે દૂર સુધી તે છે એવું માનવાને કારણ નથી; ઉદાહરણ કે તે ચંદ્ર લગી પણ છે એમ કહી શકાય નહિ. હિમાલયનાં ઊંચાં શિખરો સુધી જતાં વાયુ પાતળો આવવા માંડેછે. નીચે પાધર જમીન ઉપર તે જેટલો ઘાડો છે તેટલો ત્યાં ઘાડો નથી. પ્રત્યેક ઘન ગજ જગ્યામાં રહેલા વાયુનો જેટલો ભાર અહિં થાયછે તેટલો હિમાલય ઉપર થતો નથી. ઘણા ઊંચા પર્વતો ઉપર ચઢવું અતિ કઠણ છે, અને વધારેમાં વધારે ઊંચા પર્વતોનાં શિખર હજી સુધી કોઈ જઈ

શક્યું નથી તેનું એક કારણ એ છે કે ત્યાં વાયુ એટલો પાતળો છે કે માણસથી ખરોખર શ્વાસ લેઈ શકાતો નથી ને તેનો દમ ભરાઈ જાયછે. કેટલે ઊંચે ચઢયાથી વાતાવરણનો અંત આવે એ ખરાબર કહી શકાતું નથી, પરંતુ પૃથ્વીથી પચાસ મૈલને અંતરે એટલે ઊંચામાં ઊંચા હિમાલયના શિખરથી દશ ગણી ઊંચાઈએ હવા એટલી થોડી હોવી જોઈએ કે વાવાઝોડાના બળથી વાયરો વાય તોએ આપણને તેનું જોર જણાય નહિ. માટે પૃથ્વીના કદને મુકાબલે વાતાવરણનો ઘેર પાતળા પડ જેવો છે. પૃથ્વીના ગોળાનો નમુનો એક ફુટ એટલે નવા અર્ધા ગજના વ્યાસનો બનાવી તે ઉપર અમદાવાદી કાગળનાં બે પડ ચોડીએ તેના પ્રમાણમાં પૃથ્વી ઉપર વાતાવરણના ઘેરની જાડાઈ છે.

વાતાવરણના નીચલા થર ઉપલા થરથી વધારે ઘાડા છે તેનાં બે કારણ છે, એક તો વામાં ભાર છે, અને બીજું તે સંકોચ પામી શકેછે. જેમાંથી વાયુ બહાર નીકળી ન શકે પણ દબાણ કર્યાથી સંકોચ પામી શકે એવા પાત્રમાં તેને ભરી જેમ વધારે દબાણબળ લગાડીએ છીએ તેમ તે ઓછી જગ્યામાં સમાઈ જતો જાયછે. આ સત્યને સિદ્ધ કરવાના પ્રયોગનાં સાધન પદાર્થવિજ્ઞાનનાં પુસ્તકોમાં લખ્યાં હોયછે; એમ સિદ્ધ થયેલાં સત્ય ઉપર માત્ર આપણે અહિં ધ્યાન આપવાનુંછે. વાતાવરણના નીચલા થર ઉપલાથી વધારે ઘાડા કેમ છે તે આ કારણ લક્ષમાં લીધાથી સહજ સમજાશે. તળેના થરોને ઉપરના આશરે ૪૦ મૈલની ઉપરના થરો ચાંપેછે. પણ આપણે જેમ ઊંચા ચઢીએ છીએ તેમ વધારે સંકોચાયલા અને તેણે કરીને વધારે ભારે થરોને હેઠે મુકતા જઈએ છીએ, તેથી આશરે ૧૮,૦૦૦ ફુટની ઊંચાઈએ સમુદ્રની સપાટીએ જેટલો ભાર તેની ઉપરના વાનો છે તેના કરતાં માત્ર અર્ધોઅર્ધ ભાર ત્યાંના વાપર છે. ૧૮,૦૦૦ ફુટની ઊંચાઈએ દબાણબળ અધું હોવાથી ત્યાંની હવાનું સંકોચવું અધું છે. સમુદ્રની સપાટીએ એક ઘન ફુટ વાનું જેટલું તોલ છે તેનાથી ૧૮,૦૦૦ ફુટની ઊંચાઈએ એક

ઘન ૪૮ વાનું તોલ માત્ર અર્ધું છે. વાતાવરણનો ભાર એટલે તેનું દબાણબળ બેરામિટર નામે યંત્રવડે તોળાયછે.[૧]

વાયુનાં કૃત્ય જાણવાને તે શાનો બનેલોછે એ જાણવું જોઈએ. વાતાવરણ અનેક વાયુનું મિશ્રણ છે. એ મિશ્રણમાં બે વાયુ મુખ્ય છે. રસાયન શાસ્ત્રમાં એને **આક્સિજન** અને **નૈટ્રોજન** કહેછે. એમાંનો એકે દેખાતો નથી, કેમકે તેમને રંગ નથી; તેઓમાં વાસ કે સ્વાદ પણ નથી; પરંતુ જ્યારે તેઓ ગતિમાં હોયછે ત્યારે લાગેછે, અને કેટલીક યુક્તિઓ વડે તેઓને જુદા પાડી શકાયછે અને તોળી શકાયછે. એ બેને **સ્થાયી** વાયુ કહ્યાછે, કારણકે અદ્યાપિ તેમને પાણી જેવા પ્રવાહી રૂપમાં કે બરફ કે પત્થર જેવા ઘન રૂપમાં આણી શકાયા નથી. વળી એ બે ઉપરાંત વામાં હમેશ પાણીની વરાળ હોયછે. એ વરાળ વાયુ રૂપે હોઈ અદૃશ્ય છે; પણ આક્સિજનની અને નૈટ્રોજનની પેઠે સદા વાયુરૂપમાંજ રહેતી નથી. ટાઢી પડવાથી પાછું તેનું પાણી થાયછે. એમ વાયુરૂપમાં પાણી હોયછે તેને પાણીની વરાળ કે એકલી **વરાળ** કહેછે. ઉપોદ્ઘાતમાં એ વરાળ થવા વિષે કહેવામાં આવ્યુંછે. ત્યાં થાળીમાં પાણીના સૂકાઈ જવાનું ઉદાહરણ લખ્યુંછે. તેમજ ભીના લૂગડાને પવનમાં રાખીએ તો સૂકાઈ જાયછે, કેમકે તેણે પાણી ચૂસેલુંછે તે તેમાંથી વરાળરૂપે નીકળી જાયછે. તેને તડકામાં રાખીએ કે અગ્નિ આગળ ધરીએ તો વહેલું સૂકાયછે. એપરથી સાબિત થાયછે કે તાપથી પાણીની વરાળ થાયછે. બીજા પ્રયોગથી સિદ્ધ થશે કે ટાઢથી વરાળનું ફરીને પાણી થાયછે, અને વધારે ટાઢથી હિમ કે બરફ બનેછે. બરફનો મોટો કડકો આણો અને તેને ભાંગી નાના કકડા કરી પીતળના લોટામાં કે પત્રાના પવાલામાં કે કાચના પ્યાલામાં ભરો. એ વાસણને ગળા

૧ બેરામિટરનું ટૂંકું વર્ણન પાછળ આપેલા કોશમાં લખ્યુંછે. વાતાવરણનું દબાણ માત્ર ભારથીજ સદા હોતું નથી. વાના તપવાથી તેનું દબાણ કરવાનું બળ વધેછે, પણ તોલ વધતું નથી.

લગી ભરજો, પણ તેની કોર ઉપર બરફ રહેવા દેશો નહિ. એ પાત્રને બહારથી ખૂબ લૂંછી નાંખી છાંયડામાં થોડી વાર રાખો. પાત્ર ઝટ શીતળ થઈ જશે ને ક્ષણવાર તેનું બહારનું પાસું કોરૂં રહેશે. તે વેળાની હવાની હાલત પ્રમાણે જરા ઓછી કે વધતી વાર કોરૂં રહી તેનું ચળકતું પૃષ્ઠ ઝાંખું થશે ને તે વેળા તેપર તમારી આંગળી લગાડી જોશો તો તે ભીનું માલૂમ પડશે. પ્રથમ એમ ધારવામાં આવે કે એ પાણી માંહેથી આવ્યું હશે, પણ તેમ નથી. આસપાસના વાયુમાં અદૃશ્ય પાણી વરાળ રૂપે રહેલું હતું તે છે. તે વરાળનું પાછું પાણી થયું. એને વરાળનું આકુંચન કે ઘનીકરણ થવું કહેછે, ને તે અહીં વાસણની શીતળતાથી થયું. આ પ્રયોગ ફરીને કરીએ. ભાંગેલા બરફમાં મીઠું નાંખી તેને ઉતાવળે હલાવી ભેળસેળ કરવાથી પાત્ર વધારે શીતળ થશે, ને તેને બહારને પાસે વરાળનું ઘનીકરણ થશે; પાણીનાં નાનાં બિંદુ કે ટીપાંમાં નહિ, પણ ઝીણા ઘન રેસારૂપમાં થશે. હિમાલય પર્વતની ટોચોપર હિમ પડેછે તેના જેવું એ લગભગ હિમ છે. એ પર્વતનું નામ હિમાલય પડવાનું કારણ એ છે કે તેપર હિમ એટલે બરફ રહેછે. હિમાલય એટલે હિમનું સ્થાન.

ઝાકળ કે ધુમર, વાદળાં, વરસાદ, બરફ, અને કરા શી રીતે બનેછે તે સમજવા જોગું જ્ઞાન હવે તમને થયું, અને વળી રાતમાં વરસાદ વરસ્યાવિના સવારમાં ઘાસ અને ઝાડનાં પાંદડાં ઘણીક વાર મસ ભીનાં કેમ હોય તે પણ હવે કાંઈક સમજી શકાયછે. એ સર્વ થવામાં વાયુમાં રહેલી વરાળ ટાઢેકથી ઠરી જઈ આકુંચન પામેછે.

જમીનપરની વરાળના ટાઢા થવાથી **આકળ** કે **ધુમર** બનેછે. શિયાળામાં ઘણીવાર સૂરજ આથમ્યાપછી તુરત તે જોવામાં આવેછે.[1] વાયુમાંની વરાળ ટાઢી પડે તેમ ઠરીજઈ

[1] ગામની વસ્તીનાં ઘરાંનો ધૂમાડો દિવસે ઊંચો ચઢેછે તે ટાઢો પડી સાંજે નીચે આવી ઝાકળમાં મળેલો હોયછે, પણ ગામથી દૂરના પ્રદેશમાં, તળાવો ઉપર, નદી કાંઠે, મેદાનમાં, ને ખેતરોમાં ઝાકળમાં ધૂમાડો હોતો નથી.

આકુંચન પામેછે તેથી પાણીનાં ટીપાં બનેછે. એ ટીપાં એટલાં ઝીણાં હોયછે કે તેઓ હવામાં તરતાં રહેછે ને એક એકથી છૂટાં દેખાતાં નથી. પણ સૂકું કપડું એ ઝાકળમાં રાખીએ તો તે થોડી વારમાં ભીનું થાયછે. વાદળાંમાં ને ઝાકળમાં ઝાઝો ફેર નથી. વાતાવરણમાં ઊંચે ધુમર બનેછે તે વાદળાં છે. વાદળાંના આકાર બદલાયાં કરેછે તેનું કારણ એ કે તેનાં જળ-બિંદુનું રૂપાંતર થયાં કરેછે. ઉપરથી ગોળ અને નીચે ચપટાં એવાં છૂટાં વાદળાં, વર્ષાઋતુ ન હોય તે વારે બપોરે ઘણીવાર જોવામાં આવેછે. એને મથાળે તડકો પડવાથી તે ભાગની અદૃશ્ય વરાળ થતી જાયછે, અને નીચે ઠરી ગયેલી વરાળને બાઝતી જાયછે; એ વાદળું તેનું તેજ દેખાયછે, કેમકે તેને તેજ સ્થળે તે હોયછે, પરંતુ વાસ્તવિક જોતાં તેની આકુંચન પામેલી વરાળ નિરંતર બદલાતી જાયછે. આ પ્રકારનું વાદળું મોટું ને ઘાડું બનેછે, અને તેની આસપાસ અને ઉપરનાં બીજાં વાદળાંને મળી જાયછે, ને અંતે કાળું વરસાદ વરસાવનારૂં વાદળું બનેછે. વાતાવરણમાંની વરાળ વધારે ઠરી જવાથી એમ થાયછે. પ્રથમના વાદળામાં અતિ ઝીણાં જળબિંદુ હતાં તે મોટાં થાયછે, એક એક જોડે મળી જાયછે અને ફોરાં બની વરસેછે. પહેલાં એ માનવું કઠણ લાગે કે ધોધો કરતો પુષ્કળ વરસાદ વરસેછે તે બધું પાણી થોડી વારપર અદૃશ્ય વરાળ રૂપે વાયુમાં હતું, પરંતુ એ વાતમાં કશો સંદેહ નથી. એક બે કલાક વાદળાં નિરખવાથી અને તેમના રૂપ અને કદમાં થતો વિકાર ધ્યાનમાં લીધાથી ઘણુંક જાણી શકાય; જેઠ આષાડમાં ઈશાનથી વીજળી અને ગર્જના સહિત ચઢી આવતાં વાદળાંને નવાં વાદળાંના થર એટલા ઝડપથી ભળેછે કે અર્ધા કલાકમાં આખું આકાશ છવાઈ જાયછે. કોઈ વખત ફેબરવારી કે માર્ચમાં વરસાદની જોડે હિમના ગાંગડા વરસેછે. એને કરા કહેછે. કોઈવાર તેઓ નાના કાંકરા જેવડા હોયછે અને કોઈ વાર મોટા કાંકરા કે પથરા જેવડા હોયછે. મોટા

હોય તો ઝાડોને અને ખેતરોના પાકને નુકસાન કરેછે. આકાશમાં ઘણે ઊંચે ગયેલાં વાદળાંનાં એ ફોરાં છે. ત્યાં ટાઢ ઘણી હોવાથી એ ફોરાં ઠરી જઈ બરફ બનેછે ને તે ઘન રૂપે નીચે પડેછે. બરફ વરસેછે તે પણ ઠરી ગયેલો વરસાદ છે, પણ તે ઘણો હલકો છે અને તેના બનવામાં એટલો ફેર છે કે ફોરાં થયા પહેલાં અદૃશ્ય વરાળ થીજી જઈ તેના સોય જેવા આકાર બનેછે. આગળ બરફમાં મીઠું મેળીને કરવાનો પ્રયોગ કહ્યો તેમાં પાણી થયા વગર વરાળ ઠંડા વાસણની બાજૂએ બંધાઈ જઈ બરફ જેવી બની ગઈ. પંજાબના ઉત્તર ભાગમાં કોઈવાર થોડો બરફ વરસેછે તેસિવાય ભરતખંડના બીજા કોઈ પ્રદેશપર તે વરસતો નથી, ને હિમાલયની દક્ષિણે આવેલા કોઈ પર્વતોપર વરસતો નથી, કેમકે ત્યાં એને જોઈએ તેટલી ટાઢ પડતી નથી. પણ હિમાલયનાં ઊંચાં શિખરોપર તે પુષ્કળ વરસેછે અને તેથી તેઓ ધોળા દીસેછે. એ હિમ ઘણું હલકું છે, ને વરસેછે તેવારે રૂનાં ગાભલાં જેવું દેખાયછે. ઓગળેછે કે પવનથી ખસી તેના ઢગલા થાયછે ત્યાંસુધી જ્યાં વરસેછે ત્યાંજ પડી રહેછે. યૂરોપમાં શિયાળામાં એમ જમીનપર હિમ એકઠું થઈ કેટલાક ફુટનો તેનો થર બનેછે, અને સખ્ત શિયાળામાં એવા થરના ઘસી આવવાથી ઘરો દટાઈ જાયછે. ઊંચા પર્વતોપર અને ખીણોમાં બરફનો જમાવ ભારે થાયછે; એ ઢગલા કે પડની ઊંડાઈ સેંકડો ફુટ હોયછે. એવા મોટા હિમસમુદાયનું શું થાય તે સાતમા પ્રકરણમાં ગ્લેસિયરના સંબંધમાં કહેવામાં આવશે.

ઠરી ગયેલી વરાળનું એક બીજું રૂપ છે. એ રૂપ પણ સાધારણ છે. શિયાળામાં વાદળાં વગરની રાતની સવારે ઘણીવાર ઘાસ અને ઝાડ કેવળ ભીનાં હોયછે, અને પાંદડાં ઉપર પાણીનાં ટીપાં જોવામાં આવેછે. એને ઓસ કે ઠાર કહેછે. હવામાંની વરાળ પાંદડાંના શીતળ પૃષ્ઠઉપર ઠરી જાયછે તે એ ઓસ છે. એવી રાત્રે એ ઘાસઉપર લૂગડું હોયછે તે પાણીમાં

ઓળખું હોય તેના જેવું ભીનું થાયછે. જ્યારે હિમ પડેછે એટલે ઘણીજ ટાઢ પડી હોયછે ત્યારે એ ઓસ ઠરી જઈ બરફ થઈ ગયેલું હોયછે. ડિસેમ્બર કે જાનેવારીમાં હિંદુસ્તાનના ઉત્તર પ્રાંતોમાં અને દક્ષિણના નીલગિરિ પર્વત ઉપર એવી થીજી ગયેલી ઠાર ઘણીવાર બાઝેછે.

એમ ઝાકળ કે ધુમર, વાદળાં, વરસાદ, કરા, હિમ કે બરફ, ઓસ અને ઠાર એ સર્વે તેના તેજ કારણથી ઉત્પન્ન થાયછે, ને તે કારણ એ છે કે વાયુમાં વરાળ હોયછે તે વરાળ વાયુ શીતળ થવાથી બંધાઈ જઈ પ્રવાહી કે ઘનરૂપ ધારણ કરેછે. સાગર, નદીઓ, સરોવરો, આદિ પાણીવાળાં સ્થળ અને ભીની ભૂમિમાંથી એ વરાળ ઉત્પન્ન થાયછે અને તેને ઉત્પન્ન કરનાર મુખ્ય ઉપાધિ સૂરજનો તાપ છે. વાયુને ટાઢો પાડી સુખદાયક અને વૃક્ષ અને અનાજને ઉછેરનારો વરસાદ સૂરજના તાપથી ઉત્પન્ન થાયછે.

સૂરજના તાપથી વાતાવરણમાં જે જે કામ થાયછે તેમાંનો આ માત્ર એક ભાગ છે. વાયુને ગતિમાન કરનાર અને જે પવનથી મહાસાગરની વરાળ વરસાદ રૂપે આવી ખેતરોમાં અને જંગલોમાં ઉતરેછે તે આણનાર પણ સૂરજ છે; જેથી નદીઓમાં પાણી આવેછે અને પૃથ્વી વસવા જોગ અને લિલોત્રીથી ભરપૂર થાયછે તે કરનાર સૂરજ છે. એ સર્વ શી રીતે બનેછે તે સમજવાને કેટલાક સાધારણ નાના બનાવ આપણા નિત્યના અનુભવ પરથી જાણી શકાય તેની ખોળ કરીએ. તાપથી વાયુપર શી કૃતિ થાયછે તે જાણવાનો સહેલો ઉપાય એ છે કે સાધારણ તાપણીની આસપાસ શું બનેછે તે તપાસીને જોવું. સૂકું ઘાસ, સૂકાં પાંદડાં અને ડાંખળીઓનો મેદાનમાં ઢગલો કરી સળગાવો. એ વેળા વાયરો નહિ હોય તો ધૂમાડો સીધો ઊંચો ચઢશે; પણ તેની પાસે થડમાં પડેલી કોઈ ડાંખળી કે પાંદડાં બળતાં હશે તો તેનો ધૂમાડો ને ભડકું તાપણી ભણી વળશે. એપરથી એમ જણાશે કે ત્યાં વાનો પ્રવાહ તાપણીના ત-

બીઆ તરફ છે. એ વાયુ તાપણીથી તપેછે અને ઉપર ધસેછે ને તેની જોડે ધુમાડો, બળતા પદાર્થના હલકા તનખા વગેરે ઊંચે ચઢેછે. વાંસનો કકડો પાણીમાં નાંખતાં જે કારણથી ઝટ ઉપર તરી આવેછે તેજ કારણથી તે ઊંચે ચઢેછે. જેમ વાંસ પાણીથી હલકો છે તેમ તપેલો વા તેની આસપાસના ટાઢા વાથી હલકો છે. શીતળ ધૂમાડો હલકો નથી એ શિયાળાની સાંજે જોવામાં આવેછે. ગામનો ધૂમાડો દિવસે ઊનો હોવાથી ઊંચો ચઢેછે, પણ સાંજે ટાઢો પડવાથી પાછો નીચે આવેછે ને હળવે હળવે જમીન ઉપર ઠરી બેસેછે. ગામમાં લાહે લાગેછે તે મોટું તાપણું છે; ને વેળા ચારે તરફથી મસ પવન તે આગ-ભણી ધસેછે; જંગલ સળગી ઊઠેછે (અમેરિકાનાં મોટાં વનમાં કોઈવાર દવ લાગેછે ને આ દેશનાં જંગલોમાં પણ વખતે તેમ થાય) કે મોટાં નગરોમાં મોટી આગ લાગેછે (જેવી કે ચાર દહાડા રહેલી સને ૧૬૬૬ની લંડનની મોટી આગ, સને ૧૮૩૭ (સંવત્ ૧૮૯૩) ની સુરતની મોટી આગ, ને થોડાં વરસપર, યુનૈટેડ્સ્ટેટ્સના ચિકાગો શહેરની લાહે જેવો મોટો અગ્નિનો કોપ થાયછે) તે વારે તેના તાપથી આસપાસ વાયરો ઉત્પન્ન થાયછે ને વાવાઝોડાના બળથી અગ્નિ ભણી ધસેછે.

સૂરજની ગરમીથી પણ એવું બનેછે. મોટી લાહેથી વાયુ જેટલો તપેછે તેટલો સૂરજના તાપથી તપતો નથી, પણ સૂરજ-નો તાપ પણ બહોળા પ્રદેશ ઉપર પડવાથી પવન વાયછે તે એટલો મસ્ત ન હોતાં ઘણેદે પ્રસરેલો હોયછે. કોઇ પૂછે કે સૂરજ એકે વખતે અહીં પૃથ્વી ઉપર પ્રકાશેછે, તથાપિ તે સઘળી જગામાં સરખો તાપ ન હોતાં કોઈ ઠેકાણે ઓછો ને કોઈ ઠેકાણે ઘણો વધારે કેમ હોયછે? એનાં કારણ બે છે. એક તો જે સ્થળોમાં સૂર્ય છેક માથે આવેછે ત્યાં વધારે તાપ પડેછે; અને જ્યાં માથે નથી આવતો ત્યાં ઓછો તાપ પડેછે; જેમ સવાર સાંજ કરતાં બપોરે વધારે તાપ હોયછે તેમ એ સ્થળોમાં બનેછે. બીજું કારણ એ છે કે પાણી કરતાં જમીન વહેલી

તપેછે તેથી ચૈતર વૈશાખમાં દેશની અંદરના ભાગમાં જેટલો તાપ પડેછે તેટલો સમુદ્રમાં અને કાંઠાપર પડતો નથી. સાગર ઉપર અને સાગરને કિનારે ટાઢેક હોયછે ને જેમ દરિયાથી દૂર જઈએ તેમ તાપ વધારે હોયછે. મધ્ય હિંદ, પંજાબાદિ સમુદ્રથી વેગળે રહેલા દેશોમાં સમુદ્રની પાસેના દેશોથી વધારે તાપ પડેછે.

પરંતુ રાત્રે સૂરજ બીજી બાજુએ હોયછે તે વારે જળ અને સ્થળ તથા તેઓની ઉપરની હવા શીતળ થાયછે, તેમાંની ગરમી નીકળી આકાશમાં જાયછે. સાગર કરતાં ભૂમિ વહેલી ટાઢી પડેછે. તેમજ શિયાળામાં જમીનપરથી વધારે ઉષ્ણતા નીકળી જવાથી તેપર સમુદ્ર કરતાં વધારે ટાઢ હોયછે; એથી ગુજરાત, બંગાળા, વગેરે સમુદ્રની સમીપ આવેલા દેશોથી માંહેલા ભાગના મધ્યહિંદ, અયોધ્યા, પંજાબ, આસામાદિક દેશોમાં વધારે ટાઢ પડેછે.

ચૈત્ર વૈશાખ અને જેઠના ભારે તાપ પછી આષાડ અને શ્રાવણમાં સમુદ્ર ભણીથી સુખદાઈ વરસાદને લાવનાર નિયમિત પવન વાયછે તેનું કારણ હવે તમે સમજી શકશો. વર્ષા ઋતુ બેસતાં સુધી દક્ષિણે આવેલા હિંદી મહાસાગર કરતાં આખા હિંદ-માં વધારે તાપ પડેછે. ગુજરાતમાં તો નિયમિત વરસાદ વરસવા માંડ્યા પહેલાં દક્ષિણ અને પશ્ચિમથી અને બંગાળામાં દક્ષિણ અને પૂર્વથી પવન આવવા માંડેછે તેથી જેઠ માસમાં કેટલોક વરસાદ થાયછે (ને જેઠથી ચોમાસું ગણાવા માંડેછે); પણ જૂન અને જુલાઈમાં એટલે વૈશાખ.ને જેઠમાં મધ્યહિંદ, વાય-વ્ય પ્રાંતો, અને પંજાબમાં બહુજ તાપ પડેછે ત્યારે **વિષુવવૃત્ત-ની** પેલીમેરૂથી વાતાવરણનો સઘળો નીચલો ભાગ ઉત્તરે ભર-તખંડ ભણી આવેછે અને સૂર્યના તાપથી હજારો ચોરસમૈલ વિસ્તારના મહાસાગર ઉપર બનેલી વરાળને લાવેછે. એ વેળા નૈઋત્યનો પવન વાઈ વર્ષાઋતુ થાયછે.

હજી કેટલોક ખુલાસો બાકી છે. જે વરાળના ઠરી જ-વાથી વરસાદ થાયછે તે પવનવડે આવેછે તેનું કારણ જાણ્યું;

તથા એ વરાળ ઠરી જવાને વા ટાઢો થવો જોઇએ તે પણ જાણ્યું; તથાપિ વા ટાઢો કેમ થાયછે તે સમજાયું નથી; કેમકે ભરતખંડના અતિ **તાપથી** પવન ઉત્પન્ન થાયછે. તો શું ઘણા **તાપથી** પવન ઉત્પન્ન થાય અને તેજ પવન શીતળ થઇ તેમાંની વરાળનાં વાદળાં અને વરસાદ બનાવે? એ ખુલાસો બે વિરૂદ્ધ વાતને કેમ લાગી શકે એ પ્રશ્નનો જવાબ દેવાનો રહ્યો.

એના ઉત્તરને માટે તાપણીનું જાણીતું ઉદાહરણ ફરીને લેઇએ. જ્યારે તેમાં ભડકો થાયછે ત્યારે તેનો ધૂમાડો ઉતાવળે ઊંચો ચઢેછે. તપેલી હવાથી તે ઊંચો જાયછે એ આપણે હવણા જાણીએ છીએ, પણ તે ઘણો ઊંચો ચઢતો નથી. કદાચ તાડની ટોચ જેટલી ઊંચાઇએ ચઢતો હશે, ને ત્યારપછી પ્રસરી જઇ વાયુમાં અધર રહેછે. ઊંચો ચઢતો અટકાવવાનું કારણ એ કે તેટલે પહોચતાં લગીમાં જે ઉષ્ણતાવડે તે ચડ્યો તેમાંની ઘણીક નીકળી જાયછે અને ત્યાં તેની ઉપર જે વાયુ છે તેથી તે હલકો નથી. અગ્નિના તાપથી કે સૂરજની ગરમીથી વાનો હરકોઇ પ્રવાહ, ઊંચો ચઢેછે તેનું એમજ થાયછે. મી. જુલ નામે વિદ્વાને કેટલાક અગત્યના પ્રયોગ કર્યાછે તે પરથી એ પ્રમાણે થવામાં વાની ગરમી કેટલી ઓછી થાયછે તે નક્કી થઇ શક્યુંછે. જે વાયુની ઉષ્ણતા ૮૩ અંશ ફા. છે[1] તે જમીનથી ૯,૧૦૦ ફુટ ઊંચો ચઢે[2] તો બરફ જેટલો ટાઢો થાય. પર્વતપર ચઢતાં જેમ ઊંચા જઇએ છીએ તેમ વધારે થંડી હવા આવતી જાયછે; પણ આકાશ ભણી ઊંચી દિશાએ જતી ગતિમાં હોયલી હવાનો જથો એથી વહેલો ટાઢો પડેછે. ઉદાહરણ—દાર્જીલિંગ પર્વતપર વાયુની ઉષ્ણતાનું માપ તેની તળેટીની ઉષ્ણતા અને ઓગળતા બરફની ઉષ્ણતાને મધ્ય ભાગે છે; અને પર્વતના ઢાળપર ઊનાળામાં વગર ઓગળેલું હિમ જ્યાં પડ્યું રહેછે ત્યાં પહોચવાને

---

૧ મે મહિનામાં સવારે નવ કલાકે આપણા દેશમાં ઘણે ઠેકાણે એટલો તાપ હોયછે, ને કલકત્તામાંએ એ વેળા તેટલોજ તાપ હોયછે.

૨ દાર્જીલિંગથી ૨,૦૦૦ ફુટ ઊંચે જતાં વાની શીતળતા બરફ જેટલી થાય.

દાર્જીલિંગની ઊંચાઈની બમણાઈથી વધારે ઊંચે ચઢવું પડે. વાયુ ઊંચે ચઢવામાં પ્રસરી જાયછે તેથી અથવા વધારે ખરૂં કહીએ તો એમ પ્રસરવામાં પ્રતિરોધને ખસેડવાને લીધે તે શીતળ થાયછે.

જે કારણ આપણે ખોળતા હતા તે હવે મળ્યું. ભરતખંડના પ્રદેશમાંનો ખૂબ તપેલો વાયુ ઊંચો ચઢેછે અને ઊંચે ચઢતાં શીતળ થાયછે. મહાસાગરના પૃષ્ઠ ઉપરનો પુષ્કળ વરાળથી ભરેલો વાયુ ઉત્તર તરફ તેને ઠામે આવેછે, ઉપર ચઢેછે ને ત્યાં ટાઢો પડેછે તેથી તેમાંની વરાળ ઠરી જઇ તેનાં વાદળાં અને વરસાદ બનેછે. ઘણે ઊંચે જવાથી તેમાંની ઘણીખરી વરાળ તેનાથી છૂટી પડી જાયછે, ને તે પાછો ફરી દક્ષિણ ભણી જાયછે. ત્યાં સમુદ્ર ઉપર ઉતરી બીજી વરાળ લેછે ને પાછો આવેછે, ને વળી આગળ કર્યું તેમ કરેછે.

ડીસેંબરમાં અને જાનેવારીમાં એટલે માગસર પોસને શુમારે એથી ઊલટું બનેછે. એ વેળા સૂરજ દક્ષિણમાં નીચે હોયછે, અને સાગરના પૃષ્ઠથી ભૂમિનું પૃષ્ઠ વધારે ટાઢું હોયછે, તથા આસ્ટ્રેલિઆ અને વિષુવવૃત્તની દક્ષિણે આવેલાં સ્થળ બહુજ તપેલાં હોયછે તેથી વાતાવરણનો નીચલો આપણા દેશનો ટાઢો વાયુ તે તપેલા ભાગ ભણી જાયછે, અને પવન રૂપે આપણી ઉપરના વાતાવરણના ઉપલા ભાગમાં પાછો આવેછે. એ નીચેનો વાયુપ્રવાહ તે આપણા શિયાળાનો પવન છે. એને સમુદ્રપર **ઈશાન વાયરો** કહેછે, કેમકે ત્યાં તે ખૂણેથી વાયછે. બંગાળામાં અને વાયવ્ય પ્રાંતોમાં મુખ્યત્વે કરીને તે વાયવ્યમાંથી કે ઉત્તરમાંથી આવેછે. વાતાવરણના ઉપલા ભાગમાં વાયુપ્રવાહ પાછો આવેછે તે હિમાલયને સ્પર્શ કરેછે, અને વાયવ્ય પ્રાંતોમાં અને પંજાબમાં નીચે ઉતરેછે. એમાં વરાળ હોયછે તેનો વરસાદ ત્યાં શિયાળામાં વરસેછે, ને તેથી ત્યાંનો રવિનો પાક થાયછે.

ભરતખંડમાં એમ વરસમાં ચાર પાંચ મહીના એક દિશાએથી પવન વાયછે, અને ચાર પાંચ મહીના બીજી દિશાએથી વાયછે; એવા સર્વ પવનને **મોસમ** કે **મોસમના પવન** કહેછે.

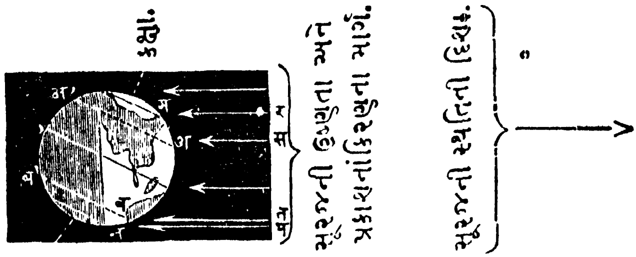
ચોનાઈ સમુદ્રમાં, આસ્ટ્રેલિઆમાં, તથા ઉષ્ણકટિબંધના બીજા એક બે ભાગમાં આપણે અહિંની પેઠે મોસમના વા વાયછે; ફેર એટલોજ છે કે ત્યાંના મોસમના પવનની દિશા જુદી છે. ભૂમિનો આકાર, અને કિનારાની દિશા તથા દેશ ઉત્તર ગોળાર્દ્ધમાં કે દક્ષિણ ગોળાર્દ્ધમાં હોય તે પ્રમાણે દિશાભેદ હોયછે. જે ઉષ્ણ સાગરની વરાળ ઉનાળાના પવન જોડે ભરતખંડમાં અને ચીનમાં આવેછે તે સાગર એ દેશોની દક્ષિણે અને દક્ષિણ–પશ્ચિમે છે, પરંતુ તેજ સાગર આસ્ટ્રેલિઆની ઉત્તરે અને ઉત્તર પશ્ચિમે છે. માટે આપણા દેશમાં દક્ષિણ–પશ્ચિમના પવનની જોડે વરસાદ આવેછે, અને ઉત્તર–પૂર્વનો પવન આપણે અહિં કોરો હોયછે; એથી ઊલટું આસ્ટ્રેલિઆમાં થાયછે. આસ્ટ્રેલિઆના વાયવ્ય ખુણાના પ્રદેશમાં વાયવ્યનો પવન વરસાદ લેઈ જાયછે, અને દક્ષિણ–પૂર્વનો પવન કોરો હોયછે.

આટલાંટિક મહાસાગરને વચગાળે, અને પાસિફિકમાં તથા હિંદી મહાસાગરના દક્ષિણ ભાગમાં પવન સદા એક દિશાએ વાયછે. ઉષ્ણકટિબંધ તરફથી વિષુવવૃત્ત ભણી નિરંતર વાયછે. એ પવનનું નામ **વ્યાપારવાયુ** પાડ્યુંછે.

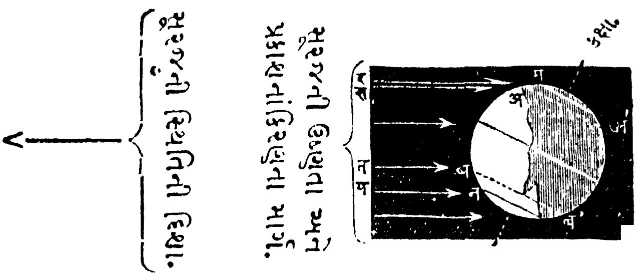
વિષુવવૃત્તની ઉત્તરે વ્યાપારવાયુ ઉત્તર–પૂર્વથી આવેછે, અને દક્ષિણે દક્ષિણ–પૂર્વથી આવેછે. એ બેની વચગાળે અને વિષુવવૃત્તની થોડે અંતરે કેટલીક મર્યાદામાં ઘણું કરીને વાતાવરણ શાંત હોયછે. એપરથી તે ભાગને **શાંતપટ** કહેછે. આટલાંટિકમાંના એ પ્રદેશનું નામ **ડોલ્ડ્રમ** પાડ્યુંછે. આ પટમાં બેઉ પડખેથી પવન આવેછે તે વાતાવરણમાં ઊંચે ચઢેછે, અને ત્યાંથી તેના આગલા માર્ગની બે વિરૂદ્ધ દિશાએ વાયછે, અર્થાત્–ઉત્તર ગોળાર્દ્ધમાં ઉત્તર–પૂર્વ, અને દક્ષિણ ગોળાર્દ્ધમાં દક્ષિણ–પૂર્વ. એ પાછા વળેલા પ્રવાહને **પ્રતિવ્યાપારવાયુ** કહેછે. શાંતિપટની ઉપર એ પ્રવાહને આરંભસ્થાને એમની ઊંચાઈ ઘણી છે, ઊંચામાં ઊંચા પવનથી વધારે ઊંચો છે, પરંતુ ધીમે ધીમે તેઓ નીચા પૃથ્વી ભણી ઉતરેછે, અને જેમ આગળ વધેછે તેમ

પશ્ચિમ ભણી વધારે વળતા જાયછે, અને અંતે યુરોપ, ઉત્તર એશિઆ, અને ઉત્તર અમેરિકામાં તથા દક્ષિણ મહાસાગરમાં તેઓ ઓછી વધતી પશ્ચિમ દિશાએથી વાયછે, તથાપિ ઉત્તર ગોળાર્દ્ધમાં એ પવન ઘણાજ અનિયમિત છે. પૂર્વ અને ઈશાનના પવન અને એ પવન ઘણીકવાર વારાફરતી આવેછે, અને ફેરફાર થવામાં કશી અગમચેતી મળતી નથી. અને તે ઉપરથી ત્યાં કહેવત ચાલેછે કે 'પવન જેવું અનિશ્ચિત,' પરંતુ આ અનિશ્ચિતપણું માત્ર દેખાઈતું છે, વાસ્તવિક નથી. ભરતખંડમાં જેમ બે મુખ્ય પવન છે તેમ યુરોપમાં પણ બે મુખ્ય પવન છે. એમાંનો એક ઉત્તરના શીત પ્રદેશોમાંથી વિષુવવૃત્ત તરફ વાયછે, અને ત્યાં બહુ ઊનો હોયછે, તથા બીજો પ્રતિવ્યાપારવાયુ વિષુવવૃત્તપર ઉત્પન્ન થઈ ઉત્તર અને ઉત્તર-પૂર્વ ભણી વાયછે. જેમ પંજાબમાં પ્રતિમોસમનો પવન વરસાદને લાવેછે તેમ યુરોપમાં એ પ્રતિવ્યાપારવાયુ વરસાદને આણેછે.

• એમ મોસમના વા નિયમસર વાયછે અને ફરેછે. ઊનાળો, શિયાળો, વર્ષાઋતુ વારાફરતી આવજા કરેછે તેનું કારણ પૃથ્વીનું સૂર્યભણી અમુક સ્થિતિમાં રહેવુંછે. ગયા પ્રકરણમાં સમજાવ્યા પ્રમાણે જે કલ્પિત લીટી ઉપર પૃથ્વી ભ્રમણ કરેછે તેની દિશા ઉપર એનો આધાર છે. જૂન માસમાં પૃથ્વી અને સૂર્યની સ્થિતિ ૨ જી આકૃતિ પ્રમાણે છે, અને ડીસેમ્બરમાં ૩ જી આકૃતિ પ્રમાણે છે. આ બે સ્થિતિ પરથી જે પરિણામ થાયછે તે સમજવાને એ આકૃતિઓમાં अ અને ब એ બિંદુ લો. अ ઉત્તર ગોળાર્દ્ધમાં છે, અને ब દક્ષિણ ગોળાર્દ્ધમાં છે. સૂરજની ગરમાઈ અને તેજની કૃતિ એ સ્થળોપર કેવી છે તે જુઓ. આગળ કહ્યું તેમ એ બેઉ આકૃતિમાં છાયાવાળો ભાગ અંધારામાં છે એટલે ત્યાં રાત છે એમ સમજવું, અને છાયા વિનાના ભાગમાં અજવાળું છે એટલે ત્યાં દહાડો છે એમ સમજવું. પૃથ્વીના ભ્રમણથી अ અને ब સ્થળો ટપકાં ટપકાંની લીટીઓ अअं बबं-ની દિશામાં જશે. પૃથ્વીની સ્થિતિ જૂન માસમાં આકૃતિ ૨ જી



આકૃતિ ૨ જી.



આકૃતિ ૩ જી

પ્રમાણે છે. બીજી આકૃતિમાં અ અં લીટીનો મોટો ભાગ અજવાળામાં છે, અને થોડોજ ભાગ અંધારામાં છે. જૂન મહીનામાં અ સ્થળમાં દહાડા લાંબા અને રાત ટૂંકી હોયછે તેનું કારણ એ છે. જેમ સ્થળ વધારે ઉત્તરે તેમ ત્યાં દિવસ વધારે લાંબો અને રાત વધારે ટૂંકી. દક્ષિણ ગોળાર્દ્ધમાં વ સ્થળમાં એથી ઊલટું છે.–ટૂંકો દહાડો ને લાંબી રાત. એટલાજ કારણથી વ કરતાં અ વધારે તપે અને વમાં શિયાળો હોયછે તે વેળા અમાં ઊનાળો હોયછે. એ ઉપરાંત બીજું કારણ પણ છે. અ આગળ બપોરે સીધાં કે લગભગ સીધાં કિરણ પડેછે, અને વ ઉપર ત્રાંસાં પડેછે. ઊનાળામાં મધ્યાન્હે સૂરજ આપણા માથાપર આવેછે, અને શિયાળામાં મધ્યાન્હે ત્યાં ન હોતાં નીચો હોયછે તેનું કારણ એ છે. આકાશમાં સૂરજ જેમ વધારે ઊંચો હોયછે તેમ તાપ વધારે

પડેછે એ બીનાંથી આપણે એટલા બધા જાણીતા છીએ કે એવિષે વિંસ્તાર ન કરીએ તોએ ચાલે. જે આપણે અનુભવથી જાણીએ છીએ તેનો ખુલાસો ૨ ૭ આકૃતિથી થાયછે. ૨ ૭ આકૃતિમાં અ અને મની વચ્ચેનો પટ જેટલો પહોળો છે તેટલોજ સામેના ગોળાર્દ્ધમાં વ અને ન ની વચ્ચેનો છે, તથાપિ ર અને સ બાણોની વચ્ચે થઇને જનાર તમામ સૂર્યપ્રકાશ અને ઉષ્ણતા તેઉપર પડેછે ને પાછલા ઉપરનો ત અને યની વચ્ચેથી જે આવે તેજ એટલે માત્ર એક ચતુર્થાંશ પડેછે. એ કારણથી અ સ્થળપર અને ઉત્તર ગોળાર્દ્ધમાં સર્વ જગાએ જૂન મહિનામાં ઊનાળો હોયછે, અને વ સ્થળે તથા દક્ષિણ ગોળાર્દ્ધમાં બધે ઠેકાણે શિયાળો હોયછે.

ડીસેમ્બર માસમાં પૃથ્વી જે સ્થિતિમાં હોયછે તે ૩૭ આકૃતિમાં દેખાડીછે. એમાં અ અને વ ઊલટ પાલટ થઈ ગયાછે. અ ને ટૂંકો દહાડો ને લાંબી રાત છે, અને મધ્યાન્હે મુકાબલે તેઉપર ઓછી ગરમી ત્યાં પડેછે, કેમકે સૂરજ નીચો હોયછે અને તેનાં કિરણ ત્રાંસાં પડેછે; એ વેળા વ ઉપર મોટા દિવસ અને નાની રાત હોયછે, અ પર અને આખા ઉત્તરગોળાર્દ્ધમાં ભર શિયાળો અને વ પર અને બધા દક્ષિણગોળાર્દ્ધમાં ભર ઊનાળો હોયછે.

બેઉ ગોળાર્દ્ધની મર્યાદાપર વિષુવવૃત્ત છે ત્યાં આકૃતિપરથી જણાયછે કે જૂન અને ડીસેમ્બરમાં દહાડોરાત બરોબર છે, અને આખા વર્ષમાં ત્યાં તેમ હોયછે. બંને ધ્રુવ ઉપર આખા વરસમાં એક દહાડો અને એક રાત છે. ૨૦ મી માર્ચથી ૨૨ મી સપ્ટેંબરે સૂધી ઉત્તર ધ્રુવપૂર દહાડો હોયછે, અને બાકીના છ મહીનાની ત્યાં રાત હોયછે, અને દક્ષિણ ધ્રુવપર એથી ઊલટું હોયછે. માટે બંને ધ્રુવપર દહાડે ઊનાળો અને રાત્રે શિયાળો હોયછે.

૨૦ મી માર્ચે ઉત્તર ધ્રુવે સૂર્યોદય થાયછે, અને દક્ષિણ ધ્રુવે સૂર્યાસ્ત થાયછે, અને ૨૨ મી સપ્ટેંબરે ઉત્તર ધ્રુવે સૂરજ આથમેછે, અને દક્ષિણે ઊગેછે. એ બે દિવસે ધરતીપર

બીજી સર્વ જગ્યાએ દહાડો રાત બરોબર હોયછે—બાર કલાક એટલે ચાર પ્રહરનો દહાડો[1] અને તેટલીજ રાત.

ઋતુભેદનું, ઊનાળામાં અને શિયાળામાં દહાડો રાતની લંબાઈનાં ભેદનું, અને વિષુવવૃત્તથી છેટેનાં સ્થળોમાં ઊનાળાની ગરમી, અને શિયાળાની ટાઢના ભેદનું કારણ એ છે. એમાં અમુક સ્થળે દહાડો રાતની લંબાઈનો આધાર કેવળ તે સ્થળની સ્થિતિઉપર છે, અને ઉષ્ણતામાં આગળ કહી ગયા તેમ આસપાસની જમીન કે જળના વિસ્તારથી તથા બીજી અવસ્થાથી પણ ફેર પડેછે. એ બાબત હવે પછી વધારે કહેવામાં આવશે.

આ પ્રકરણમાં સમજાવ્યું તેનો સાર—પૃથ્વીની આસપાસ વાતાવરણ વિંટાયલું છે તે પૃથ્વીથી ૫૦ મૈલ સુધી પ્રસરેલું છે, અર્થાત્ તેની જાડાઈ ૫૦ મૈલ છે, અને તેના નીચલા થર ઉપલા થરથી વધારે ઘાડા છે, કેમકે ઉપલો ભાર હેઠલા પર હોવાથી તેઓ દબાયછે. વાતાવરણમાં મુખ્યત્વે બે વાયુ (ગ્યાસ) છે, ને તેઓ તપવાથી ફૂલેછે અને વધારે હલકા થાયછે, અને ટાઢા થવાથી સંકોચાયછે એટલે ઘાડા થાયછે ને તેથી વધારે ભારે થાયછે, પરંતુ સદા વાયુરૂપે અને એક સરખા પ્રમાણમાં મળેલાછે. વાતાવરણમાં પાણીની વરાળ પણ છે, તથાપિ તે વખતે વધારે અને વખતે ઓછી હોયછે. સાગર અને મહાસાગરના જળમાંથી એ વરાળ ઉત્પન્ન થાયછે. એ વરાળ બહુ ટાઢી પડેછે ત્યારે સંકોચાયછે અને તેથી તેનાં વાદળાં, વરસાદ, ફૂલબરફ, અને કરા બનેછે; વળી તે ઘાસ, પાંદડાં, વગેરે પર ઠરેછે ત્યારે તેનું ઓસ, અને ઓસનું હિમ થાયછે. સૂરજના તાપથી વાતાવરણનું તપવું સઘળે સ્થળે એક સરખું થતું નથી. પવન ઉત્પન્ન થાયછે, તપેલો વાયુ ઊંચો ચઢેછે, અને તેને ઠામે શીતળ વાયુ

૧ સૂર્યોદયથી સૂર્યાસ્ત સુધીનો કાળ તે દહાડો અને સૂર્યાસ્તથી સૂર્યોદય લગીનો વખત તે રાત. આપણે જાણીએ છીએ કે સૂરજ આથમતાં વારને અંધારૂં થતું નથી, અને સૂરજ ઊગે ત્યાંસુધી અંધારૂં રહેતું નથી. ધ્રુવ ઉપર સૂરજ ઊગ્યા પહેલાં કેટલાક દિવસ (૨૪ કલાકનો જે વખત તે) ઝળઝળું હોયછે, અને સૂરજ આથમ્યા પછી કેટલાક દહાડા રહેછે.

હેઠે આવેછે અને જે ઊંચો ઉપર ગયો તે ઊંચો ચઢવાથી ટાઢો પડેછે અને તેથી વાતાવરણના ઉપલા ભાગમાં પવન ઉત્પન્ન થાયછે. એ ઉપલા પવનની દિશા નીચલા પવનની દિશાથી ઊલટી છે. તપેલા ભાગપર જે હવા ગઈ તેની જગ્યા રોકવાને તે નીચે ઉતરેછે. ભરતખંડમાં વરસના કેટલાક મહીનામાં સ્થળ પ્રમાણે પવન બહુધા દક્ષિણ દિશાથી કે દક્ષિણ–પશ્ચિમથી વાયછે, અને કેટલાક માસમાં ઉત્તર–પશ્ચિમ, ઉત્તર, કે ઉત્તર–પૂર્વથી વાયછે; એ પવનને મોસમનો પવન કહેછે. એમાંનો આગલો સાગર ઉપરથી આવી વરસાદ લાવેછે. પાછલો જમીન ઉપરથી આવી સમુદ્રભણી જાયછે માટે ભૂખરનો વા કહેવાયછે, અને તે વાયછે તેવારે વાદળાં કે વરસાદ હોતાં નથી. ચીન દેશને, ઉત્તર આસ્ટ્રેલિઆને, અને આફ્રિકાને કાંઠે પણ મોસમના પવન વાયછે, પરંતુ તેઓની દિશા આપણા પવનની દિશાથી ભિન્ન છે. ઉષ્ણકટિબંધમાં આવેલા દક્ષિણ હિંદી મહાસાગરમાં આખા વરસમાં પવન એક દિશાએ વાયછે ત્યાં તથા પાસિફિક અને આટલાંટિક મહાસાગરો પર તેઓને વ્યાપારવાયુ કહેછે; યુરોપમાં એ વ્યાપારવાયુ એટલા બધા નિયમિત નથી તેનું કારણ એ છે કે ત્યાં બે મુખ્ય પવન છે, તેમાંનો એક મુખ્યત્વે ઉત્તર–પૂર્વથી અને બીજો દક્ષિણ–પશ્ચિમથી વાયછે, તેઓ એક એકને ઠામે આવેછે; વ્યાપારવાયુના પ્રદેશમાં એક ઉપર અને બીજો તળે છે તેમ તેઓ રહેતા નથી. સૂરજના તાપથી પવનની આ સર્વ ગતિઓ અને ફેરફાર થાયછે; જળ કરતાં ભૂમિ વધારે ત્વરાથી તપેછે અને ટાઢી પડેછે તેથી તથા જ્યાં સૂરજ માથાપર વધારે આવેછે ત્યાં અને જ્યારે દિવસ લાંબા હોયછે ત્યારે એમ બનેછે. ઊનાળો અને શીયાળો વારાફરતી આવેછે, અને ઋતુભેદ થાયછે તેનું બહુધા કારણ પૃથ્વીની ધરીનો ઢાળ છે; ધરતી પોતાની કક્ષામાં સૂરજની આસપાસ ફરેછે તેથી ઉત્તર ગોળાર્દ્ધમાં અને દક્ષિણ ગોળાર્દ્ધમાં વારાફરતી સૂરજનો તાપ અને પ્રકાશ વધારે ને ઓછો પડેછે.

પ્રકરણ ૩ જું.

સાગર.

વાંચનારના જાણવામાં નહિ હોય એવી ઘણીક બાબતોનું વર્ણન આ પ્રકરણમાં કર્યુંછે. સાગર અને તેની ગતિઓ વિષેનું કેટલુંક જ્ઞાન પ્રથમ મેળવ્યા વિના જમીન વિષે આગળ જે કહેવામાં આવશે તેમાંનું ઘણુંક સમજી શકવું અશક્ય છે; એટલું ઠીક છે કે જેમણે સાગર કદી જોયો નથી તેમને પણ પોતાના મનમાં પૃથ્વીના પૃષ્ઠના મોટા ખાડ, મોટા જળના જથાથી ભરેલાનો વિચાર આણવો કઠણ નથી. પૃથ્વીના નકશાપર કે પૃથ્વીના ગોળાપર એ જળસમુદાય જોવામાં આવેછે. પૃથ્વીના પૃષ્ઠનો લગભગ ત્રણ ચતુર્થાંશ ભાગ એણે રોકયોછે.

સાગરના કેટલાક ભાગની ઊંડાઈનું ખરૂં જ્ઞાન હાલ કેટલાંક વરસ થયાં માત્ર થયુંછે. હજી ઘણાક ભાગની ઊંડાઈ જાણવામાં આવી નથી. વિશેષે કરીને પાસિફિક અને હિંદી મહાસાગરોની ઊંડાઈનું જ્ઞાન અલ્પલ્પ છે. ત્રીજો મહાસાગર જે આટ્લાંટિક છે તેના ઉત્તર ભાગની તપાસ વધારે કરવામાં આવીછે. યૂરોપ અને ઉત્તર આફ્રિકા તથા અમેરિકાની વચ્ચે એ ભાગ છે. એના જુદા જુદા ભાગ કેટલા ઊંડા છે તેનું જ્ઞાન ઘણે દરજે ઠીક મેળવવામાં આવ્યુંછે એટલુંજ નહિ, પણ લગભગ ચાર હજાર વામની[1] ઊંડાઈએ આવેલા તેના તળિયાની ભૂમિના તથા તે પર વસનારાં જનાવરના નમૂના ઉપર આણ્યાછે. ભૂમિઉપર જેમ ઊંચાણ નીચાણ છે તેમજ આટ્લાંટિકને તળીએ છે. ત્યાં પર્વતો, ખીણો અને સરજમીન છે. એવું હોવું જોઇએ, કેમકે ભૂસ્તરવિદ્યા જણાવેછે કે હાલ જે પ્રદેશો સાગરનું તળિયું છે તે કોઈ કાળે કોરી જમીન હતી; અને હવણા જણાયલુંછે

[1] સમુદ્રની ઊંડાઇનું માપ વામમાં આપવામાં આવેછે. ચાર હાથ, કે બે વાર કે ૭ ફુટ બરોબર એક વામ છે. ચાલેંજર નામે વહાણ ઉપર રહી તપાસ કરનારા વિદ્વાનોને હાથ ૩,૮૭૫ એટલે લગભગ સાડાચાર મેલ ઊંડાણમાંથી સાગરના તળીઆની ભૂમિના તથા ત્યાં વસનારાં જનાવરના નમૂના આણ્યાછે.

કે હાલના ઊંચામાં ઊંચા પર્વતોમાં, ઉદાહરણ–હિમાલયમાં, સાગરને તળિયે વસનારાં જનાવરોની છીપો અને બીજા કઠણ ભાગ નક્કર ખડકમાં દટાયલાંછે. એપરથી સિદ્ધ થાયછે કે એ પર્વતો હવણા તો સમુદ્રથી ઘણા ઊંચા છે, તથાપિ પૂર્વે તેઓ સમુદ્રને તળિયે હતા. ઊંચામાં ઊંચા પર્વતોની ઊંચાઈના માપથી આટ્લાંટિક મહાસાગરના પૃષ્ઠની તળેના ખાડાની ઊંડાઈનું માપ વધારે છે. તેના એક મોટા ભાગનું ઊંડાણ ૫,૦૦૦ વામથી વધારે છે. એ ઊંડાણમાં હિમાલયનાં ત્રણ ઊંચાંમાં ઊંચાં શિખર ગરક જાય તો તેઓની ઉપર ૧૫૦ થી ૩૦૦ વામસુધી ઊંડું પાણી રહે. એવું સંભવેછે કે દક્ષિણ મહાસાગરમાં એથી વધારે ઊંડાણ છે, પરંતુ વધારે તપાસ કર્યા વિના આ વિષે નક્કી કહેવાઈ શકાતું નથી, પણ એટલું તો જણાયલુંછે કે સાગરના પાત્રની સરાસરી ઊંડાઈ જમીનપરના પર્વતોની સરાસરી ઊંચાઈથી વધારે છે. બંગાળી ઉપસાગરના કેટલાક ભાગ ઘણા ઊંડા છે. હિંદભણીના ભાગનું ઊંડાણ થોડે થોડે વધતું જાયછે. ઉપસાગરના મધ્યભાગની પૂર્વમાં ૫૦ મૈલપર વધારેમાં વધારે ઊંડાણછે.[1] બંગાળાને કિનારેથી ઉતરતો ઢાળ થોડો થોડો વધતો જાયછે; માત્ર હુગલી અને મેઘનાની વચ્ચે એક ઠેકાણે સમુદ્રના પાત્રમાં એકદમ ઊંડી ખાડી આવેછે. એ ખાડીનું નામ સ્વાચ પાડ્યુંછે, અને તેની ઊંડાઈ ૨,૦૦૦ વામ એટલે બે મૈલથી વધારે છે એવું કહેવાયછે, પરંતુ એ માપ સાચું છે એવી ખાતરી હજી થઈ નથી.

ઘણાંખરાં સરોવરોનાં અને નદીઓનાં પાણી મીઠાં હોયછે તેમ સાગરનાં હોતાં નથી, સાગર ખારો છે. તે એટલો બધો ખારો છે કે તેના પાણીને છાછર ખાડામાં ભરી સૂકાવા દીધેથી મીઠું બનેછે. એમ સમુદ્રના પાણીમાંથી કાઢેલું લુણ ઘણે ઠેકાણે વપરાયછે, પણ એ મીઠું સ્વચ્છ નથી હોતું, અને તેનો સ્વાદ

---

[1] પિનાંગ અને મદ્રાસની વચ્ચે તાર મૂક્યો તે વેળા એ ઊંડાણનું માપ ૧,૭૮૫ વામ થયું હતું.

સ્વચ્છ મીઠાથી વધારે કડવો હોયછે, કેમકે તેમાં ચૂનો અને માગ્નીશિયાના ખાર તથા બીજા પદાર્થ ભળેલા હોયછે. એ મિશ્રણનું જ્ઞાન વાંચનારે રસાયનવિદ્યાનાં પુસ્તકોથી મેળવવું.

સાગરના પાણીની ખારાશ બધી પૃથ્વીપર લગભગ સરખી છે. કાંઠાની પાસે જ્યાં કોઈ મોટી નદી સમુદ્રને મળેછે ત્યાં મીઠા પાણીના ભળવાથી ખારાશ કાંઈક ઓછી થાયછે; જમીનથી ઘેરાયલા, પણ મહાસાગર જોડે થોડો સંબંધ રાખનારા દરિયાનાં પાણીની ઓછી વધતી ખારાશનો આધાર તેમાં ભળનારી નદીઓના મીઠા પાણીના જથાના અને તેમાંથી વરાળ રૂપે ઊડી જનારા પાણીના જથાના પ્રમાણ ઉપર છે—વરાળ થઈ ઊડી જાય તેથી નદીઓનું મીઠું પાણી વધારે આવે તો ઓછું ખારૂં હોય અને નદીઓનું મીઠું પાણી આવે તેના કરતાં વરાળ થઈ ઓછું ઊડી જાય તો વધારે ખારૂં હોય. ઉદાહરણ—લાલ સમુદ્રમાં એકે નદી વહેતી નથી, અને તેનું ઘણુંક પાણી સદા વરાળ થઈ જતું રહેછે તેથી તે મહાસાગરથી વધારે ખારો છે; અને બાલટિક સમુદ્રમાં ઉત્તર યુરોપની ઘણીક મોટી નદીઓનું પાણી ભળેછે તેની જોડે ત્યાં ટાઢ ઘણી હોવાથી વરાળ ઓછી થાયછે તેથી તેના પાણીની ખારાશ સદા ઓછી હોયછે.

કોઈ પૂછે કે સાગર ખારો શા માટે છે, તો જવાબ એટલો છે કે જ્યારથી સાગર બન્યો ત્યારથી તેનું પાણી ખારૂં હશે એવું સંભવેછે, વખતે વખતે કોઈ કોઈ નાના ભાગ મહાસાગરથી જૂદા પડી સૂકાઈ જાયછે ત્યારે મીઠું ઘનરૂપ બની ખારાપાષાણ (રૉકસાલ્ટ) બનેછે. એવી રીતે મીઠું ઓછું થાય તેનો બદલો નદીઓથી મળેછે; સઘળી નદીઓના પાણીમાં થોડું મીઠું હોયછે. એ ઉપરાંત સમુદ્ર કાંઠાની જમીનમાં ખાર હોય તે પણ મોજાંથી ધોવાઈ તેમાં દાખલ થાયછે.

સમુદ્રજળમાં ચૂનો છે એ વાત આગળ કહેવામાં આવીછે. એ ચૂનો થોડો છે તેનું કારણ એ કે સાગરમાં વસનારાં જનાવરો હમેશ તેને કાઢી લેછે; કાઢી લેતાં ન હોત તો સાગરમાં ચૂનો

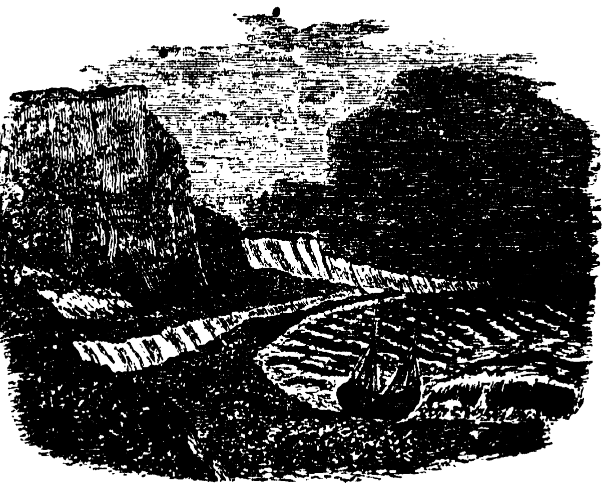
વધારે હોત. દરિયાનાં જનાવરોમાંનાં ઘણાંક કઠણ છીપો બનાવેછે તેઓ મુખ્યત્વે ચૂર્ણ મિશ્રણની બનેલી હોયછે. એ [1]ચૂનો તેઓ સમુદ્રજળમાંથી કાઢેછે. પરવાળાં નામે પ્રાણી થાયછે તેના અંગનો મોટો ભાગ ચૂનાનું કઠણ હાડપિંજર છે. તેઓ ફરતાં હરતાં નથી, છોડવાના ગોડે એકજ ઠેકાણે રહેછે. તેઓ મરી જાયછે ત્યારે તે હાડપિંજર ત્યાં આખાં રહેછે, અથવા મોજાંના બળથી તુટેછે અને પાછાં સંધાઇ જાયછે. એમ ચૂર્ણપાષાણના જથા બનેછે, અને તેના ઉપર બીજા બનેછે. એ રીતે પુષ્કળ પાષાણ બનેછે, અને તેના નવા ખડક અને બેટ થાયછે. ભરતખંડની દક્ષિણે માલદ્વીપ અને લક્ષદ્વીપ છે તેઓ બધા એ વર્ગના છે.

કિનારાની પડોશમાં સમુદ્રજળનો રંગ ઘણું કરીને લીલો હોયછે; સમુદ્રજળનો ખરો રંગ એ નથી, એ તો નદીઓમાં તણાઈ આવેલા તથા સાગરનાં મોજાંથી ધોવાઇને આવેલા કાદવને લીધે છે. સાગરના મધ્યભાગનો શુદ્ધ ઘેરો નીલો (ગળીનો) રંગ છે, અને પાણી એટલું પારદર્શક છે કે તેમાં ધોળું પત્રું નાંખીએ તો પૃષ્ઠની નીચે ઘણાક વામ ડૂબ્યાપછીએ દેખાયછે. કેટલાક દરિયા સાગર જોડે મળેલા છતાં જમીનથી ઘેરાયલાછે. તેઓના પાણીનો કાંઈક વિશેષ રંગ હોયછે; ઘણું કરીને કોઇ રંગની માટી કે તરતી સૂક્ષ્મ વનસ્પતિ તેમાં હોવાથી એવો રંગ હોયછે. અરબસ્તાન અને આફ્રિકાની વચ્ચેના સમુદ્રમાં રતૂમડું કે ભૂરૂં ફીણ ઘણીક વાર કોઈ કોઈ ઠેકાણે તરતું દેખાયાથી તેનું નામ લાલસમુદ્ર પડ્યુંછે; અને ચીનની ઉત્તરે હોઆંગહો નામે મોટી નદી પીળી માટી ઘસડી લાવી ચીનની પાસેના દરિયામાં નાંખેછે તેથી તેનું નામ પીળો સમુદ્ર પાડ્યુંછે. પરંતુ એથીએ સમુદ્રના સાધારણ નીલા કે લીલા રંગમાં થોડોજ ફેર પડેછે.

---

૧ ગંગાના મુખ આગળ સુંદરવન છે તેમાં ઘણાંક ખારાં સરોવર છે તેઓમાંથી મોટી છીપો કાઢીને પકવેછે એટલે ચૂનો બનેછે. એ ચૂનો ઘણા લોક પાનમાં ખાયછે. મદ્રાસને કાંઠેથી પુષ્કળ છીપો ભેગી કરી ભઠ્ઠીમાં પકવી તેનો ભીંતે લગાડવાનો સાગોળ (સલ્લો) બનાવેછે.

સમુદ્રનું પૃષ્ઠ જરાએ ઊંચુ નીચું થતું ન હોય એવું કવચિતજ બનેછે. એક બે દિવસ પાડોશમાં પવન ન થયો હોય.તોજ એવું બને. ઘણુંખરૂં તો પાણી ઊછળી મોજાં બનેછે. મોજાં પવનની દિશામાં ઝોલા ખાતાં જાયછે, અથવા આઘે કોઈ ઠામે જબરો વા વાતો હોય ત્યાંથી ઉત્પન્ન થઈ માત્ર પાણીના ધકેલાથી ઊછળ્યાં કરેછે. એ પાછલાને સમુદ્રનો ઉછાળો કહેછે; સાગર ઉપર વહાણ હંકારેછે તે મોજાંને લીધે ઝોલા ખાયછે ને તેથી એવું સહેવાની જેમને ટેવ નથી હોતી તેઓનો જીવ ડોળાઈ આવેછે ને તેઓ માંદા થાયછે. એવા લાંબાં મોજાં કાંઠે પહોચેછે ત્યારે વધારે ઊંચાં થઈ તેઓનો શિરોભાગ ચકરી ખાતો અથડાઈ ફીણ બની વીખરાઈ જાયછે. ઉદાહરણ, સુંદરવનપર ઓરિસ્સા અને મદ્રાસને કાંઠે એવું બનેછે. એવે ઠેકાણે હોડીઓને ભય ઘણું છે. પાટીઆંને એક એકની અંદર જડી લેઈ મદ્રાસમાં મસુલા નામે હોડીઓ થાયછે તે એવે ઠેકાણે ભાંગતી નથી. એવાં મોજાંને ભાજક (બ્રેકર્સ) કહેછે. તોફાન થાયછે ત્યારે એ મોજાં બહુ વિનાશકારી હોયછે. કોઈ અભાગ્યું વહાણ ઘસડાઈ આવી તેઓના ઝપાટામાં આવી જાયછે તો તેને ભાંગી તેના કકડા કરી નાંખેછે. બંગાળી ઉપસાગરને ભરતખંડ ભણીને કાંઠે ઘણું કરીને નીચી જમીન છે તેવી જ્યાં હોયછે ત્યાં એ મોજાં વડે કિનારાનો નાશ ઝાઝો થતો નથી; પણ જે કાંઠે ખડક હોયછે ત્યાં જમીનની કોર સમુદ્રની સપાટીથી ઊંચા હોવાથી તેઓ તેને લગતા ભાગ જોડે અથડાઈ તેને તોડેછે, અને તૂટેલા ભૂકાને ઘસડી જાયછે. એવે ઠેકાણે નીચેના ચિત્રમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ખડકનું રૂપ બનેછે.



આકૃતિ ૪ થી. સમુદ્રનો ખડક અને કાંઠો.

૪૫ વરસ પહેલાં (૧૮૩૬) માં ઇંગ્લાંડને દક્ષિણ કાંઠે બ્રાઇટનની પાસે ચાકના ખડક દેખાતા હતા તેના એક ભાગનું એ ચિત્ર છે. મધ્યાંતરે મોટા વધારે કાળો ભાગ છે તે અને નાના ખડકો ક્યારનાએ ઘસાઇને ધસડાઈ ગયાછે. ખડકને તળીએ ચપટી જમીન છે ત્યાં નાવડું ઊભુંછે. એ કાંઠો છે. એ કાંઠો ચકમકના ગોળ થઈ ગયેલા કાંકરાથી ભરપૂર છે. અસલ ચાકના ખડકમાં ચકમક હતો તે એ છે. એ કાંકરા કઠણ હોવાથી મોજાંનો ઘસારો ઘણા વખત લગી ખમી શક્યા; પણ અંતે તેઓની રેતી બની તાણાઈ જઈ દરિયાને તળીએ જઈ બેઠી.

સમુદ્રનાં મોજાં એક મોટું ઉપયોગી કામ કરેછે તે એ છે કે, પાણીમાં વાયુનો પ્રવેશ થવામાં સહાય કરેછે; અર્થાત્ હવાને પાણીમાં ઓગળી જવામાં મદદ કરેછે; એમ ન થાય તો પાણીમાં વસનારાં ઘણાંખરાં [1]પ્રાણી શ્વાસ લઈ શકે નહિ.

---

૧ **ઘણાંખરાં,** બધાં નહિ. વ્હેલ, પરપોઇસ, સીલ, ડુગોંગ અને બીજાં જે દરિયાઇ જનાવરો પોતપોતાનાં બચ્ચાંને ધવરાવેછે તેઓ તથા દરિયાઇ કાચબા અને દરિયાઇ સાપ વાયુનો શ્વાસ લેછે તેઓ વખતે વખતે શ્વાસ લેવાને પાણીને મથાળે આવેછે.

પ્રવેશક પ્રકરણમાં જણાવ્યુંછે કે નદીઓનાં પાણી મેલાં રગડા જેવાં થાયછે તેમાંનો કાદવ પાણી જોડે સમુદ્રમાં જાયછે. હવણા મેં જણાવ્યું કે એ ઉપરાંત કેટલાક કિનારા મોજાં ખોદેછે ને ખોદાયલો ભાગ સાગરમાં ઘસડાઈ જઈ નીચે બેસેછે. પણ છેક તળીએ પહોચ્યા પહેલાં તે સેંકડો ગાઉ અંદરની ગતિવડે તણાઇ જાયછે. એ અંદરની ગતિ વિષે હવે પછી કહેવામાં આવશે. એ ગતિ તેને ગમે એટલે દૂર લઇ જાય, તથાપિ અંતે તે તળીએ ઠરેછે, અને ત્યાં માટી અને રેતીના નવા થર બાઝેછે. ઊંડા સમુદ્રોમાં એવા થર બંધાવાને ઘણો વખત લાગેછે; પણ મોટી નદીઓનાં મુખ આગળ અને જે કિનારાનો નાશ ઉતાવળે થાયછે તેની પાસે એવા થર પહેલા બંધાયછે. માછલાંનાં અને બીજાં દરિયાઈ જનાવરનાં મુડદાં તળીએ ડૂબેછે તે એ થરમાં દટાયછે; અને એમ દટાયલાં મુડદાંનાં હાડકાં, છીપાદિક કઠણ ભાગ ઘણેક ઠેકાણે બચેછે. અનેક પ્રકારના વિકાર એવા થરોમાં થાયછે તેમાંના કોઈ વડે ઘણા યુગ વહી ગયા કેડે એ થરોની માટી અને રેતી નક્કર પાષાણ થઇ જાયછે, અને ઉપર આવી કોરી જમીન બનેછે. એ વેળા એ જનાવરી શેષ ભાગ ફાસ્સિલ કહેવાયછે, અને ભૂસ્તરવેત્તાને હાથ લાગવાથી હજારો અને લાખો વરસપર સાગરમાં કઇ જાતનાં જનાવર વસતાં તે જાણવામાં આવેછે. કોઇક વાર જમીનપર વસનારાં પ્રાણીનાં અંગ અને ઝાડનાં ડાળાં પાંદડાં પણ એજ રીતે દટાયલાં જડેછે; પરંતુ એજ પ્રકારના થર સરોવરમાં બાઝેછે અને નદીના મુખમાં દ્વીપો બને તેમાંથી ઘણું કરીને જમીનના ફાસ્સિલ નીકળેછે. બંગાળા દેશ એ પ્રમાણે બન્યોછે. આગળ એક પ્રકરણમાં જણાવવામાં આવશે કે એ ફાસ્સિલોને સંભાળથી ભેગા કરીને તપાસવાથી માલૂમ પડ્યુંછે કે પૃથ્વી ઉપર હાલ જે જનાવરો વસેછે તેઓ પૂર્વ કાળે વસતાં હતાં તેવાં નથી; આગલા કાળનાં સર્વ પ્રાણી બદલાઈ ગયાંછે; એક વખત એમ બન્યુંછે એટલુંજ નહિ, પણ ઘણીકવાર એવું બન્યુંછે.

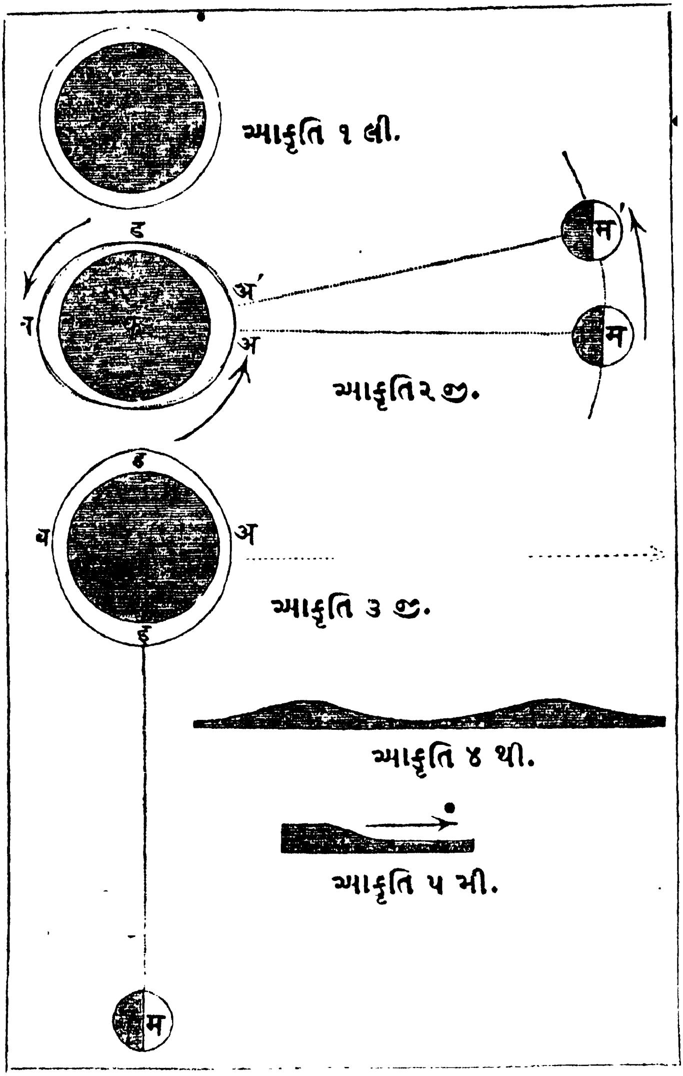
સાગરને કોઈ દિવસ નિરાંત નથી. પવનથી તેનું પૃષ્ઠ ઊછળેછે એટલુંજ નહિ, પણ તેનું બધું પાણી ભરતી અને સ્થાનિક પ્રવાહથી સદા ગતિમાં રહેછે. ભરતીનો પ્રવાહ પ્રથમ એક દિશામાં થાયછે ને પછી ઓટ થાયછે એટલે તેથી ઊલટી દિશાએ જળ વહેછે; આશરે પચીસ કલાકમાં એમ બે વાર બનેછે, અને તેથી તેટલા વખતમાં પાણીની સપાટી બે વાર ઊંચી થાયછે ને બે વાર નીચી થાયછે. સ્થાનિક પ્રવાહ સાગરના ઘણાખરા ભાગમાં બારેમાસ એક દિશામાં વહેછે; તેમાં થોડોજ ફેરફાર થાયછે. પરિણામ એ થાયછે કે સાગરનું બધું જળ ધીમે ધીમે પરંતુ સદા પૃથ્વીના એક ભાગમાંથી બીજામાં વહ્યાં કરેછે. થોડું ધ્યાન આપેથી એ ગતિઓનાં કારણ સમજાશે.

મેં ઉપર કહ્યું કે આશરે ૨૫ કલાકમાં ભરતી બે વાર ચઢેછે ને ઉતરેછે. જેઓ સમુદ્રના કાંઠાની પાસે અને તાપી, નર્મદા, કે મહી નદીના મુખની પાસે વસેછે તેઓ આ બનાવથી પૂરા જાણીતા હોયછે. આકાશમાં જે સ્થળે ચંદ્ર હોય તેજ સ્થળે બીજે દિવસે ફરીને આવવાને પચીસ કલાક, અથવા ખરેખરૂં કહીએ તો ૨૪ કલાક ૫૪ મિનિટ લાગેછે; એ બનાવપરથી સૂચના ઝટ થાય કે ચંદ્ર અને ભરતીની વચ્ચે કોઈ પ્રકારનો સંબંધ છે. આગળ ગુરૂત્વાકર્ષણ વિષે જે સમજાવ્યુંછે તે હવે વાંચનાર સંભારશે તો આ સંબંધ સહેલથી સમજાશે. ગુંચવણ ન પડે માટે મારે એ પણ કહેવું જોઈએ કે જેમ પદાર્થો એક એકથી વધારે અંતરે હોય તેમ તેઓ એક એકને ઓછા બળથી ખેંચેછે; એ ઓછા થવું એવા પ્રમાણમાં છે કે હાલ ચંદ્રનું કેંદ્ર અને પૃથ્વીનું કેંદ્ર એક એકથી જેટલે અંતરે છે તેથી બમણે અંતરે હોત તો જેટલા બળથી તેઓ એક એકને ખેંચેછે તેથી એક ચતુર્થાંશ બળથી ખેંચત; ત્રણ ગણે અંતરે હોત તો એક નવમાંશ બળથી ખેંચત; ચાર ગણે અંતરે હોત તો એક સોળાંશ બળથી ખેંચત; એ પ્રમાણમાં અંતર વધે તેમ આક-

ર્ષણ ઘટેછે.[1] પૃથ્વીને કઠણ ગોળો ધારીએ તો એ નિયમપરથી શું પરિણામ થાય તે તપાશીએ; એટલો કઠણ કે તેજામ એટલો ખેંચાય પણ તેના આકારમાં ફેર પડે નહિ; અને એ ઉપર ફરી વળેલું પાણી હરકોઈ દિશામાં સહેલથી વહી શકેછે. સમજવું સહેલું પડે માટે પ્રથમ આપણે એવું ધારીએ કે આખી પૃથ્વી જળથી પૂર્ણ ઢંકાયલીછે. પાસેના ચિતાર (૧ લા) માં ૧ લી આકૃતિ એ ધારણા પ્રમાણે છે. ૨ જી આકૃતિમાં દેખાડેલે સ્થળે ચંદ્ર હોય ત્યારે अ બાજૂ જે ચંદ્રની પાસેમાં પાસે છે ત્યાંનું પાણી કઠણ પૃથ્વી क કરતાં વધારે ખેંચાય; ड અને इ તરફના ભાગમાંથી ખેંચાઈ આવી अ આગળ ઉંચું થશે. એમ अ આગળ ભરતી થશે. એજ રીતે અને એજ કારણથી ब પાસેના પાણીથી કઠણ પૃથ્વી क ખેંચાઈ ઊંચી જશે ને તેથી ब આગળ પાણી ચઢશે એટલે ત્યાં ભરતી થશે. ड અને इ આગળ પાણી ઘટી જશે ને ઓટ થશે. એમ એકે વખતે બે ઠામે ભરતી અને બે ઠામે ઓટ થશે. પૃથ્વી પોતાની ધરી ઉપર ફરેછે. એ ધરીને કાગળની સપાટી ઉપર લંબ રૂપે क કેંદ્રમાંથી જતી ધારીએ તો પૃથ્વીનો હરેક ભાગ એક પછી अ ड ब इ अ સ્થાને આવશે. ચંદ્ર જો म સ્થળે રહે તો ૨૪ કલાકમાં પૃથ્વીપર બધે ઠેકાણે બે ભરતી અને બે ઓટ થાય. ૨૪ કલાકમાં એટલે પૃથ્વીના એક આંટામાં એમ બને. પરંતુ એ દર્મિયાન ચંદ્ર પોતાની કક્ષામાં मं આગળ ગયોછે, તેથી જે જગા अ આગળથી ચાલવા માંડી તે ફરીને ચંદ્રની સામે આવી ને ત્યાં બીજે દહાડે ભરતી થઈ તે વેળા ચંદ્ર मं આગળ આવ્યોછે.

---

૧ એમાં અંતરનો વર્ગ અપૂર્ણાંકનો છેદ છે; માટે ગુરૂત્વાકર્ષણનો નિયમ આ પ્રમાણે છે—બે પદાર્થની વચ્ચેના અંતરના વર્ગના ઊલટા પ્રમાણમાં ગુરૂત્વાકર્ષણ બળ છે.



ચિતાર ૧ લો. ભરતીનું ચિત્ર.

એમ ચંદ્ર નીચેથી નીકળી તેની નીચે વળી આવવાને ૨૪ કલાક અને ૫૪ મિનિટ લાગેછે.

ભરતી ઓટ પ્રતિ દિવસે સરખી હોતી નથી. પ્રત્યેક ચાંદ્ર-માસમાં મોટામાં મોટી ભરતી બે વાર આવેછે, અને નાનામાં નાની ઓટ બે વાર થાયછે. એને **મોટા જુવાળ** અને **નાના જુવાળ** કહેછે. મોટામાં મોટા જુવાળ પૂનમે અને અમાસે કે ત્યાર પછી થોડે વખતે આવેછે. એની વચમાંની ભરતી ઓટને **મધ્ય જુવાળ** કહેછે. કલકત્તામાં મોટામાં મોટા અને નાનામાં નાના જુવાળની વચ્ચે ૧૫ ફુટનો ફેર હોયછે. મધ્યમ જુવાળ અને મધ્યમ ઓટની વચ્ચે ૭ ફુટનો ફેર રહેછે. આ ભેદ પડવાનું કારણ એ છે કે ચંદ્રથી ભરતી ઓટ થાયછે તેમ સૂર્યથી પણ થાયછે. સૂર્ય ઘણો મોટો છતાં ઘણો આઘો હોવાને લીધે અને એ અંતરના પ્રમાણમાં પૃથ્વીનો વ્યાસ ઘણો નાનો હોવાથી પૃથ્વીની સામસામેની બાજુએ તેના ગુરૂત્વાકર્ષણમાં ચંદ્રના આકર્ષણથી ફેર ઓછો છે. માટે ચંદ્રની ભરતીથી સૂર્યની ભરતી નાની હોયછે.

અમાસે સૂર્ય અને ચંદ્ર પૃથ્વીની એક મેર હોયછે ત્યારે તથા પૂનમે સામસામેને પડખે હોયછે ત્યારે મોટા જુવાળ આવેછે. એ વેળા સૂર્ય અને ચંદ્રની ભરતી એક થઈ જાયછે. ઉદાહરણને માટે ધારીએ કે બીજી આકૃતિમાં म ચાંદાને જમણે હાથે ઘણે દૂર સૂરજ છે તો अ અને ब આગળ સૂરજ અને ચાંદો મોટી ભરતી ઉત્પન્ન કરે; વળી આકૃતિને ડાબે હાથે ચંદ્રની સામો સૂરજ હોય ત્યારે પણ તેમજ બને. પરંતુ ત્રીજી આકૃતિમાં म આગળ ચાંદો હોય અને એ આકૃતિની જમણી-મેર (અથવા સામે જમણે પડખે) સૂરજ હોય તો अ અને ब આગળ સૂરજની મોટી ભરતી થાય અને ड અને इ આગળ ચાંદાની મોટી ભરતી થાય. એ ભરતી સૂર્ય અને ચંદ્રની ભરતીઓનો સર્વાળો ન હોતાં તેઓની બાદબાકી છે.

સહેલથી સમજાય માટે આ વર્ણનમાં આખી પૃથ્વી ઉપર

પાણી એક સરખું ફરી વળેલું ધારવામાં આવ્યુંછે. પરંતુ વાસ્તવિક એમ નથી. માત્ર મોટા ખંડોની દક્ષિણે પૃથ્વીની આસપાસ પાણી લાગલાગટ વીંટલાયલુંછે; ઉત્તર ગોળાર્દ્ધમાં ત્રણ છૂટા મહાસાગર છે. આથી ભરતી થવામાં ઘણી ગુંચવણ પડેછે, કેમકે એક મોટું ભરતીનું મોજું એક સાગરમાંથી બીજામાં જઈ પૃથ્વીની આસપાસ ફરી વળી શકે નહિ. પ્રત્યેક મહાસાગરમાં કાંઈક સ્વતંત્ર ભરતી ઉત્પન્ન થાયછે અને તેજ વખતે દક્ષિણ મહાસાગરમાં ભરતીનાં મોજાં ઉત્પન્ન થાયછે તેઓ એક પછી એક દરેક મહાસાગરમાં ઊંચે પ્રસરેછે; જેમ સ્થિર પાણીમાં પથરો નાંખવાથી મોજાં ઉત્પન્ન થાયછે અને આસપાસ દૂર પ્રસરેછે તેમ એમ પ્રસરતા તરંગોને છૂટાં મોજાં કહેછે. સાગર જેમ ઊંડો તેમ તેઓની ગતિ વધારે ઉતાવળી છે. પૃથ્વીના પૃષ્ઠનું અને સાગરના પાત્રનું પુષ્કળ અસમાનપણું છતાં ઘણું કરીને સાગરને કાંઠે પ્રત્યેક સ્થળે અને સાગરની પાસેની મોટી નદીઓમાં પ્રતિદિન બે ભરતી આવેછે. આટ્લાંટિક સાગરની આસપાસ એ બંને ભરતીઓ ઘણુંકરીને સમાન છે; પણ ભરતખંડમાં દિવસની બે ભરતીમાંની ઘણુંકરીને એક મોટી અને બીજી તેથી નાની હોયછે.

એમ જુવાળનાં મોજાં ઉત્પન્ન થાયછે. ચિતાર નંબર ૨ જામાં બીજી આકૃતિની આસપાસ ઓ જેવું કુંડાળું છે તે ઉપર નીચે કરતાં પડખે વધારે પહોળું છે. એવું કુંડાળું રબર જેવી કોઈ નરમ વસ્તુમાંથી કાપી કાઢી ૩ કે ૪ આગળ છેદી તેને લાંબું કરીએ તો ૪થી આકૃતિ જેવું બને. એ બે મોજાં દર્શાવેછે. એમાંનું પ્રત્યેક પૃથ્વીના અર્દ્ધ ભાગપર પ્રસરેલુંછે. ભરતીઓ એજ પ્રમાણે છે; અને આપણે પ્રથમ ધાર્યું તેમ પ્રત્યેક મોજું છૂટથી પૃથ્વીની આસપાસ ફરી વળી શકે તો ભરતીના માત્ર બેજ તરંગ એકે કાળે હોત. પરંતુ સાગરના તળીઆના ઘર્ષણે કરીને દક્ષિણ સાગરના તરંગને ઉત્તર ભણી જતાં રોકાણ થાયછે તેથી ઉત્તરના ઉપસાગરો અને નદીઓનાં મુખમાં આવી

પહોંચ્યાની અગાઉ દક્ષિણ સાગરમાં તેની ઉત્પત્તિના મૂળ સ્થાનેથી બીજું, ત્રીજું, અને ચોથુંએ નીકળી ચૂક્યું હોયછે. જેમ સમુદ્ર વધારે છાછર તેમ એવું પ્રત્યેક મોજું વધારે ઊંચું અને ટૂંકું થાયછે; અને જ્યારે તે કોઇ ઘણાજ છાછર નદીમુખમાં પેસેછે તેવારે રોકાણ એટલું બધું થાયછે કે પાંચમી આકૃતિમાં દેખાડ્યુંછે તેમ પાણી એકઠું થઈ ઊંચું મોજું બનેછે. એવા ધશી આવતા જળડુંગરને હોડો કે ઘોડો કહેછે. બંગાળાની હુગલી અને મેઘના નદીઓમાં એવું બનેછે.[1] મેઘનાના છાછર ભાગમાં વખતે એવા તરંગથી હોડીઓ ઊંધી વળેછે.

હરકોઈ જગ્યાએ પાણી ચડવાને માટે બીજી જગ્યાએથી ત્યાં પાણી આવવું જોઈએ, અને ઉતરવાને માટે પાછું જવું જોઈએ. ભરતી ઓટમાં એમજ બનેછે ને તેથી સાગરનું જળ સદા ગતિમાં રહેછે. એ ગતિ છેક તળીઆસૂધી પહોંચેછે, અને કોઈ છાછર સમુદ્રમાં એવડે થતા વહેણનો વેગ બહુ હોયછે. એવા પ્રવાહને ઇંગ્રેજીમાં રેસ કહેછે. આ પ્રકરણના પહેલા ભાગમાં રેલના પાણીમાં ભળેલા બારીક કચરા વિષે કહેવામાં આવ્યું હતું તેને આવાં વહેણ ખોદીને પોતાની જોડે લઈ જાયછે; કોઈ કોઈ સ્થળેથી એ કચરો ઘસડાઈ નદીથી દૂર રહેલા ઊંડા દરિયામાં જઈ તળીએ બેસેછે. બંગાળી ઉપસાગરમાં પડેલો મોટો ખાડ આગળ કહેવામાં આવ્યો તે પ્રમાણે બનેલો હોવાનો સંભવ છે, પરંતુ એ હજી સિદ્ધ થયું નથી. જે પાણી બંગાળી ઉપસાગરના ઉત્તર ભાગમાં દક્ષિણ દિશાએથી આવેછે તે પાછું જતી વેળા તળીઆના કાદવને અને રેતીને તાણી જાયછે.

સાગરના પાણીને ગતિમાં રાખનાર ભરતી ઓટ ઉપરાંત બીજાં કારણો છે. કેટલાક દિવસ સૂધી લાગલાગટ પવન વાય-

---

૧ આપણી મહીનદીના મુખથી કેટલેક છેટે સૂધી એવા ઘોડા મોટા જુવાળો વેળા આવેછે ને તે વેળા નદી ઓળંગતાં માણસોને અને ગાડાંને નાસવું મુશ્કેલ પડેછે. મુંબાઈની પાસે મહેમની ખાડીમાં એવું બનતું તેથી પરોપકારી ૧ લા સર જમશેદજી જીજીભાઈએ ભારે ખર્ચે તેમાં લોકને ઉતરવાને ઠેકાણે પાળ બંધાવી.

છે ત્યારે તે પૃષ્ઠના પાણીને પોતાની આગળ દોડાવેછે. વિષુવવૃત્તની પાડોશીમાં વ્યાપાર-વાયુ સદા એક દિશામાં વાયછે, અને તેથી પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાયછે. એ પ્રવાહ આરંભમાં ઉદકપૃષ્ઠનો થોડો ઉછાળો માત્ર હોયછે, પણ જેમ જેમ પવન લાગતો જાયછે તેમ તેમ એ ગતિ ઊંડાણમાં ઉતરેછે, અને અંતે સાગરના જળના ઉપલા થરનું વહેણ પશ્ચિમ દિશામાં થયું જાયછે. આટ્લાંટિક સાગરના વિષુવવૃત્ત આગળના ભાગમાં એમ બનેછે; એથી કારિબી સમુદ્રનાં પાણી ફ્લોરિડાના અખાતમાં જાયછે. અહિં તેની ગતિ અટકવાથી અખાતમાં ચકર ફરી ફ્લોરિડાની ભૂશલાકા અને કયુબા બેટની વચ્ચેથી એ વહેણ વધારે ઊંડું થયેલું અને કલાકે ચાર મૈલને વેગે વહેતું યુનૈટેડ સ્ટેટ્સના કિનારાની સમાંતર ઉત્તર દિશામાં જાયછે. ઇંગ્રેજીમાં એ **ગલ્ફ સ્ટ્રીમને એટલે અખાત વહેણને** નામે પ્રખ્યાત છે.

કેપ હાટેરાસ લગી ગયા કેડે પ્રસરી જઈ પૃષ્ઠજળના ઈશાન ઉછાળામાં ભળી જઈ પૂર્વ તરફ જાયછે. ઉત્તર આટ્લાંટિકમાં દક્ષિણ પશ્ચિમના પવનથી ઈશાન ખુણામાં એ ઉછાળો થાયછે. કારિબી સમુદ્રમાં અને ફ્લોરિડામાં સૂરજના તાપથી પાણી ગરમ થાયછે તે એ રીતે યુરોપના પશ્ચિમ કિનારાપર આવેછે, અને તેની ઉષ્ણતા તે ઉપર રહેલા વાયુમાં દાખલ થવાથી બ્રિટિશ દ્વીપો, ફ્રાન્સ, ડેન્માર્ક, અને નાર્વેની હવા, તેટલાજ અક્ષાંશમાં આવેલા બીજા દેશોની હવા કરતાં વધારે ગરમ અને સુખકારક થાયછે.

સાગરનાં વહેણની ઉત્પત્તિ એક બીજા કારણથી પણ થાયછે. જેમ ટાઢો વાયુ ગરમ વાયુથી વધારે ભારે હોયછે તેમ ટાઢું પાણી ઊના પાણીથી વધારે ભારે હોયછે. એ મીઠા પાણીને હમેશ લાગુ પડતું નથી, તથાપિ સમુદ્રજળ વિષે સદા એમજ હોયછે. ધ્રુવની પાસેના સાગરનું ખારૂં પાણી બહુ શીતળ હોવાથી નીચે બેસેછે; અને તેથી ઓછા અક્ષાંશપર તેનાથી કાંઈ વધારે ઉષ્ણોદક તેની જગ્યાએ જાયછે, ને ત્યાં ટાઢું પડી નીચે

ઉતરેછે. ઠંડું પાણી હેઠે ગયું તે હળવે હળવે વિષુવવૃત્ત ભણી વહેછે, માર્ગમાં ઊનું થાયછે ને અંતે ઉપર આવેછે; ઉષ્ણ કટિબંધના તાપથી વધારે તપેછે, અને ઉત્તર આટ્લાંટિક સાગરમાં બનેછે તેમ તે દક્ષિણ અને ઉત્તર ધ્રુવ તરફ વહેછે. બીજા સાગરોમાં એ પ્રકારનાં વહેણ છે, પણ ગલ્ફ સ્ટ્રીમનાં જેવાં પ્રખ્યાત નથી, અને તેનાં જેટલાં ઉપયોગી નથી.

બંગાળી અખાતમાં મોસમના પવન પ્રમાણે વહેણ બદલાયછે. દક્ષિણ–પશ્ચિમનો વા વાયછે ત્યારે દક્ષિણથી ઉત્તર ભણી સબળ પ્રવાહ કાંઠા સુધી આવેછે. હિંદને કાંઠે એ પવન વરસમાં લગભગ આઠ માસ વાયછે તે મુદ્દતમાં એમ બનેછે; અને શિયાળામાં ઈશાન ખૂણેથી પવન આવેછે તેવારે એ વહેણનું જોર ઓછું હોયછે. કિનારાના આકાર વિષે કહેવામાં આવશે તે વેળા એ વહેણોની તે ઉપર કેટલી અસર છે તે જણાશે. નકશામાં દેખાયછે તેમ હિંદનો પૂર્વ કિનારો સીધો છે તેનું એક કારણ એ વહેણો છે, અને એવો હોવાથી તેપર વહાણોને માટે સારાં બંદરો નથી.

સમુદ્રમાં હજારો જીવ વસેછે; એમાંના કેટલાક પાણી ઉપર તરતા ફરેછે, ઉદાહરણ–માછલાં; અને છીપોમાં, કોડીઓમાં, શંખલાદિકમાં રહેનારા તથા કરચલા તથા બીજા કેટલાક જીવ દરિયાને તળીએ ફરેછે; વળી પરવાળાં જેવા કેટલાક જીવ ઝાડની પેઠે સાગરને તળીએ અચળ રહેછે, તથાપિ તેઓ જીવ છે. પાણીમાં ભળેલો વાયુ હોયછે તેનો તેઓ શ્વાસ લેછે; પવનથી મોજાં થાયછે તેવડે હવા પાણીમાં ઓગળેછે. સમુદ્રમાં છોડવા પણ પુષ્કળ ઊગેછે; જેમ જમીન ઉપર ઝાડ ઊગેછે તેમ એમાંનાં કેટલાંક દરિયાને તળીએ ઊગેછે, અને બીજાં પાણી ઉપર તરતાં ફરેછે. એક વાતે તેઓ ભૂમિનાં વૃક્ષોથી ભિન્ન છે–જેઓ સમુદ્રને તળીએ વળગેલાંછે તેઓ જમીનના ઘણાખરા છોડવાની પેઠે મૂળીઆંવડે ભોંયમાંથી કાંઈએ ખોરાક લેતાં નથી. આસપાસના પાણીમાંથી તેઓ ખોરાક લેછે. તેઓનાં રંગ રૂપ

અનેક પ્રકારનાં છે. પરંતુ સાધારણ રંગ ભૂરો છે. સાગરના કેટલાક ભાગપર સાર્ગાસ્સો નામે તરતી દરિયાઈ વનસ્પતિના વિશાળ સ્થાયી ઢગલા છે ને તેમાં હજારો માછલાં અને બીજા જીવ વસેછે. આઝોર્સ દ્વીપોની દક્ષિણે ઉત્તર આટ્‌લાન્ટિકમાં છે તે એ પ્રકારના છે. સાગરના જે પ્રદેશમાં જબરાં વહેણ નથી ત્યાંજ તેઓ હોયછે.

આ પ્રકરણમાં આપણે શીખ્યા કે સાગર એ ખારા પાણીથી ભરેલો અતિ મોટો ખાડો છે; કોઈ ઠેકાણે તે ઘણો ઊંડો છે; પૃથ્વી ઉપર ઊંચામાં ઊંચા પર્વતોની ઊંચાઈના માપથી એની ઊંડાઈનું માપ વધારે છે; ભરતી ઓટ વડે, પવન વડે, અને તપવાથી તથા ટાઢા પડવાથી તે સદા ગતિમાં રહેછે; ભરતી એ ચંદ્રના અને સૂરજના આકર્ષણથી ઉત્પન્ન થતાં નીચાં મોજાં છે; પૂનમે અને અમાસે બંનેની ભરતીઓનાં મોજાં એકત્ર થઈ જવાથી મોટા જુવાળ આવેછે; સાતમ આઠમે ચંદ્રના જુવાળ સૂરજની ઓટજોડે તથા સૂરજના જુવાળ ચંદ્રની ઓટજોડે થવાથી પાણીનું ચડવું ઉતરવું ઓછામાં ઓછું થાયછે તેથી નાની ભરતી આવેછે; જ્યાં સમુદ્ર છાછર હોયછે ત્યાં પાણીની ચડઉતર વધારે હોયછે; અને છાછર અખાત, અને નદીના મુખ આગળ વધારેમાં વધારે હોયછે; અને કોઈ ઠેકાણે પાણી-નો ઢગલો એવો ધશી આવેછે કે ઘોડો બનેછે. પવને કરીને તથા ઉષ્ણ કટિબંધમાં જળના ગરમ થવાથી અને શીત કટિબં-ધમાં ટાઢા પડવાથી હમેશ વહેતા પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાયછે, અને તપેલું પાણી એ વહેણથી ધ્રુવભણી જાયછે, અને ત્યાંનું શીતળ જળ વિષુવવૃત્ત તરફ આવેછે તેથી પાડોશના પ્રદેશોની હવાની હાલતમાં અગત્યના ફેરફાર થાયછે.

વળી જાણવામાં આવ્યું કે જમીનના કોરોને ધોઈ તેના કચ-રાને સમુદ્ર પોતાને તળીએ તાણી જાયછે; પરવાળાં નામે જી-વડાં પોતાનાં રહેઠાણ બનાવેછે તેવડે નાના બેટ બનેછે તેટલો ઉમેરો માત્ર કોરી જમીનમાં સમુદ્ર કરેછે.

છેલ્લું એ જાણ્યું કે સાગર જીવ વિનાનું અરણ્ય નથી. તેમાં વસ્તી છે. એ વસ્તી જમીનની વસ્તીથી નોખી છે, પરંતુ પ્રાણીની જાતો અને સંખ્યામાં જમીનની વસ્તીથી ઉતરતી નથી. "વ્હેલ નામે જનાવર સમુદ્રમાં વસેછે તે હાલનાં સર્વ પ્રાણીઓથી વધારે પ્રચંડ છે, અને તેના અંગની રચના હાથી કે ઊંટના શરીરની રચનાથી ઓછી અસરળ નથી; તેમજ હજારો જંતુ તેમાં રહેછે તેઓ એટલા ઝીણા છે કે અતિ બળવાન સૂક્ષ્મદર્શકયંત્ર વિના તેઓ દેખાતા નથી; વળી સાગરમાં વસનારા કેટલાક જીવને ગતિ કરવાની તથા ખાવાની શક્તિ છે, તથાપિ તેઓના દેહની રચના એવી સાદી છે કે પોચા પદાર્થના ચાલતા નાના ઢગલા જેવા તેઓ દેખાયછે ને તેઓનાં શરીરમાં ભિન્નભિન્ન અંગ દેખાતાં નથી. સાગરમાં વનસ્પતિ પુષ્કળ છે, પરંતુ તેના પ્રકાર ઓછા છે; ફૂલ આવે એવાં ઝાડ ત્યાં થોડાંજ છે; ઘણીખરી વનસ્પતિ જેને ફૂલ થતાં નથી એવા હલકામાં હલકી જાતના છોડવા છે.

ગયા પ્રકરણમાં આપણે શીખ્યા કે સૂરજના તાપથી સાગરનાં પાણીની વરાળ સદા થયાં કરેછે, પવન તેને દૂર લઈ જાયછે, ને અંતે તેનાં વાદળાં અને વરસાદ બનેછે; સાગરનાં પાણી ઉતાવળે તપી જતાં નથી તેમ ઝટ ટાઢાંએ પડી જતાં નથી, તેથી ભૂમિઉપર દિવસે અને રાત્રે તથા ઊનાળામાં અને શિયાળામાં ઉષ્ણતામાં જેટલો ભેદ પડેછે તેટલો સાગર ઉપર પડતો નથી. એથી દ્વીપોમાં અને સમુદ્ર કાંઠે આવેલા પ્રદેશોની હવા માંહેલા ભાગના પ્રદેશોની હવાના જેટલી ગરમ કે ટાઢી ન હોતાં મધ્યમ હોયછે. ઉત્તર આટ્લાંટિકના ગલ્ફ સ્ટ્રીમનાં કોકીલાં પાણીનાં જેવાં વહેણ જે શીત સાગરમાં વહેછે તેની ઉપરના અને આજુબાજુના વાયુ ઊંફાયલા થાયછે, અને તેમજ શીતળ જળ વિષુવવૃત્ત ભણી વહેછે તેથી ત્યાંની હવા વધારે કૌવત આપનાર બનેછે; આમ થતું હોત તો તે વધારે ગરમ અને નિર્બળ કરે એવી હોત. ઉત્તર અમેરિકામાં આવેલા લાબ્રાડોરમાં એ પ્રમાણે છે.

પ્રકરણ ૪ થું

જમીન શી રીતે બની.

પાછલાં પ્રકરણોમાં જે જણાવ્યું તેનો ભાવાર્થ વાંચનારના ધ્યાનમાં ઉતર્યો હશે તો; તેના સમજવામાં એ મોટી બીના સ્પષ્ટ આવી હશે કે વાતાવરણ, નદીઓ, અને સમુદ્રનાં મોજાં એ સર્વે ભૂમિના આકારને અને પૃષ્ઠને ધીમે ધીમે સદા વિકાર પમાડયાં કરેછે તો ભૂગોળપર પ્રદેશો, પર્વતો, ટાપુઓ, અને ખંડ છે એ જાણ્યું, અને તેઓની સ્થિતિ અને તેઓનાં નામ આવડયાં એટલે વધારે જાણવાનું નથી એવું તે ધારશે નહિ; પરંતુ ભૂગોળના પૃષ્ઠના પ્રત્યેક રૂપ, પ્રત્યેક નદીનું પાત્ર, પ્રત્યેક ડુંગર અને પ્રત્યેક પ્રદેશને તેનો વિશેષ ઇતિહાસ હોવો જોઈએ, ઇતિહાસનો આરંભ કદાચ અગાધ ભૂત કાળમાં હશે; અને તે દરેકની ઉત્પત્તિ ઘણા પ્રકારની ઉપાધિઓ વડે થઈ હશે, ને તેમાંની ઘણીક ઉપાધિઓની ક્રિયા અદ્યાપિ તે પોતાની આસપાસ ચાલતી જોઈ શકે. તેઓ માત્ર કલ્પના નથી, પણ વિદ્યાનાં કેવળ સત્ય છે. એક કવિ લખેછે તેમજ તેઓ છેઃ—

મહામાર્ગ પુરીતણા જ્યાં વિરાજે,
હતો સિંધુ પૂર્વે થયું નક્કી આજે;
જુવો સિંધુ ગાજે જહાં ઝાડ આગે,
ભલી ભૂમિ કેવીજ વિકારી લાગે ॥ ૧ ॥
જુવો ગિરિ દેખાય છાયાજ જેવા,
ધરે રૂપ અસ્થાયિ વિવિધ એવાં;
ચઢે મેઘ આકાશ વેરાય જેવો,
ધરા ડુંગરો ધાટ જાણોજ એવો ॥ ૨ ॥

તેઓ વિકાર પામ્યાંછે અને હમેશ પામેછે એ જાણવા ઉપરાંત કેઈ રીતે અને કિયાં કારણોથી તેઓનાં હાલનાં રૂપ બન્યાંછે એ આપણે શીખવાનું છે; આપણા જાણવામાં આવશે કે એમના પાછલા ઇતિહાસની લખાયલી નોધ નથી, તથાપિ

તેઓના રૂપનું અને તેઓની રચનાનું અવલોકન કર્યાથી, અને જે પદાર્થોના તેઓ બન્યાછે તેની પરીક્ષા કરેથી ઘણુંક જાણવામાં આવી શકે, અને આપણે એ બધું આરંભથી બનતું જોયું હોય તેથી જેવી ખાતરી થાય તેવીજ લગભગ એથી થાયછે.

ભોંય કિયા પદાર્થોની થઈછે તે પ્રથમ જોઈએ; બંગાળા[1]ની જમીન તપાશીએ. પૃઠની ભોંયથી ઘણું જાણવામાં નહિ આવે. ઝીણી રેતી અને માટીમાં કોયલા, વનસ્પતિ તથા જનાવરી વસ્તુઓ ભળી બનેલી તે ચીકણી માટી છે; નદીના ડોળાયલા મેલા પાણીને નીતર્યું થતાં સુધી સ્થિર રાખવાથી તેની નીચે ઠરેલો કાંપ ઉપોદ્ઘાતમાં વર્ણવ્યો છે તેને મળતી એ માટી છે. પરંતુ જ્યારે નવું તળાવ ખોદવામાં આવેછે ત્યારે ૨૦ કે ૩૦ ફુટને ઊંડાણે ભિન્નભિન્ન જાતના થર જોવામાં આવેછે. પૃઠથી ૬ કે ૮ ફુટ લગી કે કદાચ તેથી વધારે ફુટ સૂધી એ ચીકણી માટી વખતે હોય; પછી કદાચ કઠણ માટીનું પડ આવે; ત્યારપછી રેતીનો થર હોય; અને ઘણીક વેળા ૨૦ કે ૩૦ ફુટની ઊંડાઈએ શ્યામરંગી પદાર્થનો પાતળો થર આવેછે. એને સૂકવીને અગ્નિમાં નાંખતાં તેની કાળાશ જતી રહેછે, અને તેનો ઘણો ભાગ બળી જાયછે. કલકત્તામાં અને તેની આસપાસ, તથા ૨૪ પરગણાના અને જેસ્સોરના ઘણા ભાગમાં એવો થર નીકળેછે. મુખ્યત્વે કરીને તે વનસ્પતિનો બાકી રહેલો કોહેલો ભાગ છે, અને તેને ભૂગર્ભવેત્તા **પીટ** કહેછે. ઘણેક ઠેકાણે એ પીટના પડની તળે ઝાડનાં ઠુંઠાં અને તેનાં મૂળિયાં જ્યાં ઊગેલાં ત્યાંજ સ્પષ્ટ જોવામાં આવેછે. હાલ તેઓ વીસ કે ત્રીસ ફુટ ઊંડાં દટાયલાંછે. એટલાં ઊંડાં છે કે તેની ઉપરના બધા થરોને આખા દેશમાંથી ખસેડી શકીએ તો સમુદ્રજળ આવી તેઓપર ફરી વળે. કલકત્તામાં સીલદા રેલવે સ્ટેશનની પાસે મોટું તળાવ

૧ આ પુસ્તક બંગાળાની શાળાઓને માટે રચવામાં આવ્યુંછે તેથી તે દેશ વિષે વધારે લખ્યુંછે અને નિરીક્ષાનો આરંભ ત્યાંથી કર્યોછે. એમાંનું ગૂજરાતને કેટલું લાગુ પડેછે તે અવલોકન કરવું. ભાષાંતર કર્તા.

ખોદતાં જે થર જોવામાં આવ્યા તેનું ચિત્ર આ નીચેની પાંચમી આકૃતિમાં છે; ઝાડનાં ઠુંઠાં નીકળ્યાં તેઓની તપાસ કરતાં માલૂમ પડચું કે તેઓ **સુંદરી** નામે ઝાડનાં છે. એ જાતનાં વૃક્ષ **સુંદરવન**માં હાલ પુષ્કળ ઊગેછે. જે સપાટીએ એ ઠુંઠાં છે તે કોઈ કાળે પૃષ્ઠ હશે, અને તેના ઉપર જેટલી જમીન ચડી ગઈછે તે નદીના પાણીએ લાવી મૂકીછે. હાલ તળાવોમાં અને વાવમાં ગોકળગાય જેવાં જીવડાં હોયછે તેવાંની કોહેલી છીપો કેટલેક ઠેકાણે જડેછે, તેપરથી સાબિત થાયછે કે એ થર મીઠા પાણી વડે સ્થપાયાછે. ઘણાં વરસપર કલકત્તાના વિલિયમ ગઢમાં ૪૮૧ ફુટ ઊંડો કૂવો ખોદાવ્યો હતો; એ બધી ઊંડાઈમાં વારા ફરતી રેતી અને માટી, પીટ અને કાંકરાના થર આવ્યા. જે જાતના કાચબા હાલ ગંગામાં છે તે જાતના માટી થઈ ગયેલી એક કાચબાનાં હાડકાંની છીપનો થોડો ભાગ ૩૫૦ ફુટના ઊંડાઈએ જડયો. આગળ ૩૮૦ ફુટ ઉતરતાં મીઠાં પાણીની છીપોનો થર આવ્યો અને તેની તળે લાકડાંવાળો થર હતો તે પરથી જણાયછે કે હાલ જે જમીન ૩૮૦ ફુટ ઊંડી છે ત્યાં



આકૃતિ ૫ મી.

કલકત્તામાં સીલદા આગળ તળાવ ખોદતાં પડ આવ્યાં તેનો એક ભાગ.

કોઈ કાળે વન હતું; પણ તેવારે પૃષ્ઠ હશે અને હાલના સુંદર-

વનની ઊંચાઈએ હશે. એ વૃક્ષો જે જમીનપરં ઊગતાં હતાં તે જમીન ઓછામાં ઓછી ૩૭૦ ફુટ નીચી ગયેલી અને તેના ઉપર ભોંય એટલી બધી ચઢી બેઠીછે કે તે ત્યાર પછી નદીઓના કરેલા મળની બનેલી જણાયછે. આ પ્રકારના અવલોકનથી માલૂમ પડેછે કે બંગાળાનો વિશાળ પ્રદેશ નદીઓના પાણીએ આણેલી રેતી અને માટીનો બનેલોછે, અને એજ રીતે વાયવ્ય પ્રાંતોમાં ગંગાનો મહા પ્રદેશ, તથા ઓઢીઆ દેશ, ગોદાવરીનો પ્રદેશ, અને બીજી મોટી નદીઓના પ્રદેશ બન્યાછે.

હવે આપણે સિલહત પ્રાંતના **ખાશી** ડુંગરામાં ફરવા ગયા છીએ એમ ધારો. એ ડુંગરાની તળેટી સુધીનો પ્રદેશ તો બંગાળાના બીજા ભાગો જેવો છે, માત્ર ત્યાંના ઝીલ એટલે છાછર સરોવરો સંખ્યામાં અને મોટાઈમાં વધારે છે; વરસાદના દિવસોમાં ત્યાં જઈએ તો કદાચ આખા પ્રાંતપર રેલનાં પાણી ફરી વળેલાં જોવામાં આવે; એજ જળમય પ્રદેશ મુકી **ચેરપુંજીને** રસ્તે **થરિયા ઘાટ**પર ચઢવા માંડીએ છીએ ત્યારે કઠણ પથરા તથા અનેક પ્રકારના આગળ નહિ જોયલા એવા પાષાણ આવેછે. થોડુંક ચઢતાં કઠણ થઈ ગયેલી રેતીના પત્થરના બનેલા ડુંગરા આવેછે; એમાંની એક જગ્યાએ તો તપાસ કરતાં એ વેળુ **પાષાણમાં** દટાયલી ઘણીક જાતની છીપો જડેછે. કલકત્તાની આસપાસ માટીનાં પડોમાંથી છીપો જડેછે તેવી ન હોતાં સમુદ્રમાં વસનારા જીવની છીપો છે; હાલ સમુદ્રમાં વસેછે તેવાજ છેક નહિ, પરંતુ તેને એટલા મળતા કે તેઓ દરિયાઈ જીવની છીપો છે એમાં સંદેહ રહે નહિ. આ સ્થળ મેલી આગળ ચઢતાં વેળુ પાષાણના થરોનો મોટો જથો આવેછે. એ થરો કોઈ ઠેકાણે ક્ષિતિજસમસૂત્ર છે, અને કોઈ ઠામે ઘણા ઢળતા છે; શિખરે પહોચતાં **ચેરપુંજીની** થડમાં ડાબે હાથે નાની ડુંગરી છે તેમાં કોયલાનું પડ છે. એ ડુંગરી એવી જાતના કઠણ પાષાણની બનેલીછે કે તેને પકવેથી તેનો ચૂનો બનેછે, અને તે માટે તેને **ચૂર્ણપાષાણ** (ચૂનાનો પત્થર) કહેછે. એ ચૂર્ણપાષાણમાં પણ છીપો છે,

તથાપિ તેઓ તળેટીના વજ્રપાષાણની છીપો જેવી નથી; તેમ થોડીક બાદ કરતાં, તેઓ હાલની જીવતી જાતોને મળતી પણ નથી. તોપણ તેઓ દરિયાઈ છીપો સરખી છે, તે પરથી અનુમાન થાયછે કે દરિયામાં રહેનારાં જનાવરોની તેઓ છે. એમ જો હોય તો એ પ્રાણીઓના સમય પછી મોટા ફેરફાર થયા હશે, કેમકે તેઓ હાલ સમુદ્રથી ૪,૦૦૦ ફુટ ઊંચા છે. એમ ડુંગરોના પાષાણમાં છીપો હોયછે તે પરથી જણાયછે કે, ગયા પ્રકરણમાં વર્ણવ્યું તેમ તેઓમાંના કેટલાક સાગરમાં બંધાયછે; અને કોઈ ઉપાધિ વડે સાગરનાં પ્રાચીન પાત્રો એટલાં ઊંચકાયાંછે કે તેઓ હાલ ઊંચા પર્વત છે.

એમ આપણા જાણવામાં આવ્યું કે **બંગાળાના** પ્રદેશો અને **ખાશી** ડુંગરામાંના કેટલાક ડુંગર જે માટી કે પથરાના બન્યાછે તેઓ પાણીમાંના ઠરેલા પદાર્થોના બન્યાછે, કેટલાક મીઠા પાણીના અને કેટલાક સમુદ્ર જળના, અને તે પદાર્થોના થર બાઝ્યા; એ થરને **પાત્ર** કે **પડ** કહેછે. ભૂસ્તર કે ભૂગર્ભ વિદ્યામાં રેતી, રેતીના પત્થર, માટી, ચૂર્ણપાષાણાદિના નરમ અને પોચા સર્વ જથાને રૉક કહેછે તેથી ઉપર કહ્યા તેવા થર **પડબંધ** રૉક કહેવાયછે. એવાં પડની **રચનાપરથી** જાણી શકાયછે કે તેઓ પાણીમાં બંધાયાછે. કાદવવાળાં પાણી ઠરવાથી તેમાંનો કાદવ કે મલ નીચે બેસે તેના એ રૉક થયાછે માટે તેઓને **જળમળ રૉક** પણ કહેછે.

એમ ધારો કે હવે આપણે કલકત્તાને વાયવ્ય ખૂણે **રાણીગંજ** ગયા છીએ; અથવા ત્યાંથી વીસ મૈલ **બરાકર** સ્ટેશન છે ત્યાં ગયા છીએ એમ ધારો તો વધારે સારૂં. નીચલા બંગાળામાં ભૂમિ સપાટ છે; અહિં તેમ નથી. એ જમીન ઊંચી નીચી છે; અને પ્રત્યેક વહેળો અને નદી કોઈ નીચાણને તળીએ છે અને તેના બંને કાંઠાનાં પૃષ્ઠ કેટલેક છેટેથી થોડાં થોડાં ઢળતાં આવેછે. એ કાંઠાની જમીન જેસ્સોર અને ઢાકાની જમીન જેવી નહોતાં પીળચટી છે, અને તેટલી રસાળ નથી. વળી એ ભોંય ઘણી

ઊંડી નથી; થોડા ફુટ ખોદતાં કઠણ પાષાણ આવેછે, અને સાંકડાં નાળાંના પાણીએ તેનાં પાત્ર જ્યાં ઊંડાં ખોદી નાંખ્યાંછે ત્યાં તે કઠણ પત્થર ખુલ્લા દેખાયછે. એ પત્થર વેળુપાષાણ છે. કોઈ સ્થળે માટીના થર કે કઠણ માટીનાં તૂટેલાં પાતળાં પત્રાં જોવામાં આવેછે. એવાં પડને ઇંગ્રેજીમાં શેલ કહેછે. વળી કોઈ ઠેકાણે કોયલાનાં પડ પણ હોયછે. ખાશી ડુંગરાના રૉકની પેઠે એ બધા પડબંધ રૉક છે, અને કોયલાસિવાય બાકીના પાણીમાં બન્યાછે. કોઈ પ્રાચીન જંગલનો બાકી રહેલો ભાગ એ કોયલા છે. પણ અજૈ છોડી થોડા ગાઉ ઉત્તરમાં જઈએ, અથવા દામોદ્રા નદી ઓળંગી થોડા દક્ષિણમાં જઈએ, અથવા મોટે રસ્તે બરાકર નદીની પેલીમેર ત્રણ ચાર મૈલપર જતાં કેવળ જુદીજ જાતના રૉક આવેછે તે ઘણા કઠણ અને સંગીન છે, અને તેમાંના ઘણાકમાં અબરખની ચળકતી ઝીણી પાંદડીઓ હોયછે; અને તેઓમાં પડબંધ રચના સ્પષ્ટ દીસતી નથી. એ સ્ફાટિક રૉક છે. એમાં જનાવરના શેષ ભાગ કદી હોતાં નથી, ભૂચરનાએ નહિ અને જળચરનાએ નહિ; એનો કોઈ ભાગ આગળ ખરેખરો પ્રવાહી હશે કે તેમ નહિ તો નરમ તો હોવોજ જોઇએ, અને તે હાલતમાંથી ઠરતાં ચંપાઈને અનિયમિત રીતે વાંકોચૂંકો થઇ ગયોછે. એ રૉકનું નામ **નીસ** પાડ્યુંછે. એવું માનવાને કારણ છે કે પૂર્વ કાળે તે પડબંધ રૉક હશે ખરો, પરંતુ ત્યાર પછી તે તપ્યો, અને ઊના પાણીનું દબાણ તેના ઉપર એવું થયું કે જે પદાર્થોનો તે બન્યોછે તેઓ રસાયની વિકાર પામી ફરીને ગોઠવાયા. એવા રૉક ભરતખંડમાં ઘણા સાધારણ છે. પૃષ્ઠની જમીન સિવાય દક્ષિણમાં નીસની ભિન્ન ભિન્ન જાતો વિના બીજો એકે રૉક જોવામાં આવતો નથી, અને ઓઢીઆ પ્રાંતના પશ્ચિમ ભાગમાં, છોટા નાગપુરમાં, અને હઝારિ બાગમાં પણ તેમજ છે. **હિમાલય પર્વતનો** મોટો ભાગ જે રૉકોનો બન્યોછે તેઓ વત્તા ઓછા એજ જાતના છે, અને **ગારો** તથા **ખાશી ડુંગરાનો** બધો ઉત્તર ભાગ પણ તેવોજ છે.

જ્યાં જ્યાં કોઈ પડબંધ રૉકોનું છેક છેલ્લું પડ જડેછે ત્યાં તે આ નીસ ઉપર રહેલું હોયછે. કોઈકાળે નીસ પડબંધ હશે અને પછીથી તેમાં બહુ ફેર પડી ગયોછે એવો સંભવ જણાયાથી તેને **રૂપાન્તર રૉક** કહેછે.

પડબંધ કે જળમળ તથા રૂપાન્તર એ બે વર્ગના રૉક ઘણે-ખરે ઠેકાણે જોવામાં આવે, તથાપિ એ ઉપરાંત બીજા બે વર્ગ છે—એક આગ્નેય વર્ગ અને બીજો ગ્રાનિટ વર્ગ. એ જુદી રીતે ઉત્પન્ન થયાછે. રાજમહાલ ડુંગરામાં આગ્નેય રૉક છે તેઓને થર હોય એમ બહારથી દેખાયછે, પરંતુ તેઓની અંદરની રચના પડબંધ નથી. જે ખરેખરા પડબંધ રૉક છે તેઓની વચ્ચે એ ઘુસેલાછે. એ પાષાણ કઠણ અને ભારે છે; અને કોઈ ઠેકાણે તેઓમાં ગોળ ખાડા હોયછે તેઓમાં પાછળથી બીજી જાતના ખનિજ ભરાયલા છે. કોઈ કાળે પીગળેલી અવ-સ્થામાં પૃથ્વીના પેટામાંથી પૃષ્ઠ ઉપર પ્રસરેલો કે કોઈ સરોવરને તળીએ ફેલાયલો; ત્યાં ટાઢા વાયુવડે કે શીતળ જળથી ટાઢો પડી ઘન બન્યો. આપણે દેખીએ છીએ તે થર એમ બાઝેલો, અને તેના ઉપર, ઉપર કહ્યું તેમ, જળમળ રૉકનાં પડ પાછળથી બંધાયાં. કોઈ જગ્યાએ એજ જાતના રૉક જુદી રીતે ગોઠવા-યલા જોવામાં આવેછે. **રાણીગંજથી બરાકર** જતાં મધ્યભાગે મોટી સડક ઉપર **નુનિયા નાળા**, અને **અસ્સન્સોલ**ના મુસા-ફરી **બંગલા**ની વચ્ચે એનો સારો નમૂનો છે. ત્યાં ઘણા કઠણ કૃષ્ણરંગી ગોળ પાષાણના જથા ઘણાક ગાઉ સૂધી પડેલાછે. કોઈ ઠેકાણે પૃષ્ઠની ઉપર ખડકના ટેકરાની હાર છે, અને કોઈ ઠેકાણે જમીનથી ઢંકાયલા હોઈ માત્ર ગોળ પાહાણા થોડા ઉપર આવેલાછે, અથવા છૂટા પડી તે ઉપર રહેલાછે. એ રૉક વેળુ-પાષાણ અને બીજા પડબંધ રૉકથી જુદી જાતનો છે. ઉપર આવેલો ભાગ એ આગ્નેય રૉકની ભીંતની ટોચ છે. એને પડએ વેળુપાષાણનાં અને કોયલાનાં પડ છે તેને ખસેડી નાંખવામાં આવે તો એ રૉક મોટી ભીંત જેવો ઊભેલો દેખાય. એમાં ગમે

એટલું ઊંડુ કોતર પાડીએ, તથાપિ એ ખડકનો અંત ન આવે. તે પૃથ્વીમાં ઘણો ઊંડો હોયછે; ઘણી ઊંડાઇએ કોઈ ઊંડા આગ્નેય રૉક સાથે તે જોડાયલો હશે. પૂર્વ કાળે તે પીગળેલો રસ હશે. ત્યાં આવી વીસેક મૈલ લાંબી ખોમાં તે ભરાયો. મોટી સડકને ઓળંગેછે ત્યાં તેની પહોળાઈ ૧૨૦ ફુટ છે. રાણીગંજની આસપાસ ભૂમિની અંદર એવી ઘણી ભીંતો છે, પણ તેમાંની એકે એવી મોટી નથી. જ્યાં વેળુપાષાણ અને કોયલાના થર એ ભીંતોની થડમાં આવેલાછે ત્યાં વેળુપાષાણ કઠણ અને ભઠ્ઠીમાં પકવ્યા હોય તેવા છે; એ ભીંતો ઓગળેલો રસ હતો તેવારે તેના તાપથી તે ખરેખરા પાકયાછે.

પશ્ચિમ હિંદમાં એ પ્રકારના રૉક જેટલા વિસ્તીર્ણ અને મોટા છે તેટલા પૃથ્વીપર બીજે કોઈ સ્થળે જોવામાં આવતા નથી. મુંબાઈથી નાગપુર સૂધીના મૂલકપર એ કૃષ્ણવર્ણી રૉક પુષ્કળ પથરાયલોછે. જ્વાળામુખમાંથી કોઈ કાળે આ ગળેલો રસ વહેલો તે એ છે. હાલ એ જ્વાળામુખ નથી. એના ડુંગરા બન્યાછે તેનાં રૂપમાં વિશેષતા એ છે કે તેઓમાંના ઘણાક શિખરે ચપટા છે અને બાજુએ બહુ ઢાળવાળા છે. કેટલાકને દૂરથી જોતાં મોટાં પગથીઆં કે પગથાર જણાયછે. મુંબાઈની પાસે બોરઘાટ છે તેનો દેખાવ નીચે ચિતર્યોછે તે એ



આકૃતિ ૬ ઠ્ઠી. બોરઘાટનો દેખાવ.

પ્રકારનો છે. એક પછી એક જ્વાળામુખમાંથી ઓગળેલો પાષાણ નીસરી એ રૉકો બન્યા તેની કઠણાશ એક સરખી ન હોવાથી વાતાવરણ, નદીઓ, અને વરસાદનો ઘસારો તેઓઉપર એક સરખો ન થયો. વધારે કઠણ ભાગ રહી ગયા ને ઓછા કઠણ ભાગ ધોવાઈ ગયા. ઇંગ્રેજી બોલીમાં એ જાતના રૉકને **ટ્રાપ રૉક** કહેછે. ટ્રાપનો અર્થ સ્વીડનની ભાષામાં સીઢી કે નીસરણી કે પગથીયું છે. એ નામ ઉપયોગી છે અને એ રૉકના ભીંત રૂપ અને નીસરણી રૂપ બેઉને તે લગાડવામાં આવેછે. ઉપર જે ભીંત કહી તે **ટ્રાપભીંત** કહેવાય.

જ્વાળામુખથી ઉત્પન્ન થતા બીજી જાતના રૉક છે, પણ આ **ટ્રાપરૉકથી** તેઓ ઓછા અગત્યના છે માટે તેઓનું વર્ણન હાલ મુતલવી રાખીએ છીએ.

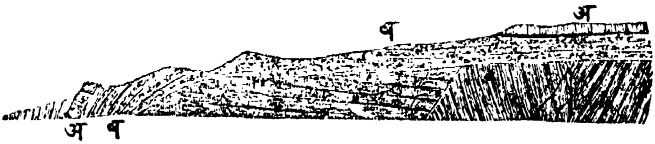
ગ્રાનિટ રૉકની ઉત્પત્તિ આગ્નેય રૉકને કેટલીક વાતે મળતી છે. આગ્નેય રૉકની પેઠે તેઓ પ્રથમ પૃથ્વીના પેટામાં પ્રવાહી સ્થિતિમાં હતા; એવી હાલતમાં તેઓ બીજા રૉકમાં ઘુસ્યા, અને પછી ધીમે ધીમે ટાઢા પડી ઘન થયા. જેમાં તેઓ પેઠા તેઓ ઓગળ્યા નહિ પણ કદાચ નરમ થયા હશે. ટ્રાપ અને ગ્રાનિટમાં ફેર એટલો છે કે ટ્રાપ પૃથ્વીને મથાળે આવી પૃષ્ઠ ઉપર પ્રસરેલાછે, પણ એવી અવસ્થામાં કોઈ ઠેકાણે ગ્રાનિટ જોવામાં આવતા નથી; અને એવું માનવાને કારણ છે કે તે બધા પૃથ્વીની અંદર ઊંડાણમાં હતા ત્યારે હળવે હળવે ઠરી ગયા. ત્યાર પછી ઘણે કાળે તેઓ પૃષ્ઠ ઉપર ખુલ્લા પડ્યા, ને ત્યાર પછી સમુદ્ર અને નદીઓની કૃતિ વડે તથા પૃથ્વીના પોપડાની ગતિથી (એ ગતિવિષે આગળ કહેવામાં આવશે) તેની ઉપરના રૉક બધા ધોવાઈ ગયા, અથવા નીચેથી ઊંચકાઈ તેઓના પર્વત બન્યા, અને તે પર્વતોના ઊંડા ચીરા વાટે ખુલ્લા થયા. ઘણેક ઠેકાણે હિમાલય જેવા પર્વતોમાંના **રૂપાંતર થયેલા** રૉકમાં ઘણું કરીને ઘુસેલા જોવામાં આવેછે તેનું કારણ એ છે. દેખાવમાં અને ખનિજ બનાવટમાં તેઓ એ રૂપાંતર થયેલા

(નીસ) ને ઘણા મળતા છે, પરંતુ નીસમાં ઘણું કરીને પડની રચના હોયછે તેવી ગ્રાનિટમાં ભાગ્યે જોવામાં આવેછે. કોઈ-વાર તો એ નીસ છે કે ગ્રાનિટ છે તે પારખવું કઠણ પડેછે; કેમ-કે નીસ જ્યારે ઘણોજ રૂપાંતર થઈ ગયલો હોયછે ત્યારે નર્યો ગ્રાનિટ જેવો દેખાયછે. પણ જે ખરેખરો નીસ છે તે બીજા આગ્નેય રૉક અને ગ્રાનિટની પેઠે બીજા કોઈ રૉકમાં ઘૂસેલો હોતો નથી. આ બિના તથા ઘણું કરીને તેની અસા-ધારણ ખનિજ ગોઠવણ નીસને ઓળખાવનારાં લક્ષણ છે.

રૉકના ચાર પ્રકાર કે વર્ગ છે—૧. **પડબંધ** કે **જળમળ**, ૨. **રૂપાન્તર** (એ પડબંધ વર્ગના છે, પણ પૃથ્વીના અંદરના ભા-ગમાં ગરમીથી તથા ઊના પાણીથી તેઓના રૂપમાં ફેર પડ્યો-છે), ૩. **આગ્નેય**, ૪. **ગ્રાનિટિક**. એ ચારમાંના એકે વર્ગના નહોય એવા રૉક થોડાજ છે. બધા જળમળ રૉક સમુદ્રને, સરોવરને, અને નદીને તળીએ બંધાયાછે, અને છેલ્લા બે ધર-તીના પેટામાં ઘણે ઊંડેથી નીસર્યાછે. આગ્નેય અને ગ્રાનિટિક રૉક બન્યા તે વિષે જેટલું જાણવામાં આવ્યુંછે તેથી જળમળ રૉકના બનવા વિષે તથા તેઓમાંના કોઈ માટીના બન્યાછે, કોઈ રેતીના અને કોઈ ચૂર્ણપાષાણના બન્યાછે તેના કારણથી આ-પણે વાકેફ છીએ; કેમકે સમુદ્રોમાં અને નદીઓમાં શું બનેછે તે કેટલીક હદમાં આપણે જોઈ શકીએ છીએ, અને તેઓને તળીએ જે છે તેના નમૂના મેળવી શકીએ છીએ; તથાપિ પૃથ્વીના પેટામાં જેટલી ઊંડાઈએ રૉક પીગળેછે અને રૂપાંતર થાયછે તેટલી ઊંડાઈએ ઉતરી શકતા નથી. વળી કેટલીક વાતે જળમળ રૉક વધારે મનોરંજક છે, કેમકે ભૂતકાળમાં થઈ ગયેલાં જનાવરના શેષ ભાગ તેમાં દટાયલા અને હજી ઓળખાય એવા તેમાંથી જડેછે, ને તેથી માણસની ઉત્પત્તિની પૂર્વે જના-વરોમાં અને વનસ્પતિમાં જે વિસ્મયકારક વિકાર થયાછે તે જાણી શકીએ છીએ.

પ્રદેશોમાં અને સમુદ્રોમાં જેમ મોટા ફેરફાર નિરંતર થયાછે

તેમજ તેઓ વિષે વસનારાં પ્રાણી માત્રમાં થયાછે એ જાણ-વામાં આવેછે એટલુંજ નહિ, પરંતુ ગયા કાળમાં એક પછી એક જનાવરની કઇ જાતો થઇ ગઇછે તે પણ એ પરથી માલુમ પડેછે. એ શીરીતે જાણવામાં આવે તે સમજવું કઠણ નથી. ઉપર વર્ણવેલા **ખાશી ડુંગરાના** ચૂર્ણપાષાણ અને વેળુપાષાણ પરથી એ રીત સમજાવી શકાશે. નીચેના ૭ મા ચિત્રમાં ખાશી ડુંગરાના ગર્ભનો કાંઇક ભાગ ચિતર્યો છે—ચેરાપુંજી આગળ ઉત્તર દક્ષિણ એ ડુંગરને ચીરતાં શૅકની ગોઠવણ



આકૃતિ ૭ મી. ખાશી ડુંગરાના ગર્ભના કાંઇક ભાગનું ચિત્ર.

જણાય છે તેનો એ ચિતાર છે. દરિયાઈ છીપોવાળા વેળુપા-ષાણની સ્થિતિ ब દર્શાવેછે ને ચૂર્ણપાષાણની સ્થિતિ अ દેખા-ડેછે. એ સ્પષ્ટ છે કે વેળુપાષાણ પહેલો બન્યો ને ચૂર્ણપાષાણ પછી બન્યો, કેમકે વેળુપાષાણની ઉપર ચૂર્ણપાષાણ છે, અને તે માટે જે પ્રાણીઓના શેષ વેળુપાષાણમાંથી જડેછે તેઓ ચૂર્ણપાષાણમાંની છીપોમાં રહેનારાંની બહુ પૂર્વે હતા. એ બેની વચ્ચેના સમયમાં બારસેં ફુટથી જાડાઇમાં ઓછું નહિ એવું રેતીનું પડ એ સ્થળે બંધાયું ને તે પછી કઠણ થઇ પત્થર બન્યું. એટલી બધી રેતીને એકઠી થતાં કેટલો કાળ લાગ્યો હશે તે બરોબર કહી શકાતું નથી, પણ તેમ થવાને ઘણો વખત લાગવો જોઇએ; કારણ કે તે સમયની જમીન નદીઓવડે અને સમુદ્રો વડે ધોવાઇને તેની રેતી બની ઘસડાઇ આવવી જોઇએ. એ ક્રિયા ઉતાવળી બનતી નથી. વળી તે દર્મિયાન સમુદ્રમાં વસનારાં છીપવાળાં તથા બીજાં પ્રાણીની ઘણીખરી જાતો નાબુદ થઇ તેમને ઠામે તેમનાથી ભિન્ન વસ્તી થઇ હતી; એવું માનવાને પૂરતાં કારણ છે કે એ બહુ હળવે હળવે બનેછે.

સમુદ્રને તળીએ આ રેતીનાં મોટાં પડ બાઝવાને બેશક ઘણાં વર્ષ, હજારો વર્ષ, લાગેલાં.

છીપ, હાડકાં, અને પ્રાણીના બીજા શેષ ભાગ પૃથ્વીના જુદા જુદા ભાગના જળમળ રૉકોમાંથી જડેછે તેઓને એક એક જોડે સરખાવી જોતાં માલૂમ પડેછે કે પ્રત્યેક જાત કેટલીક મુદ્દત જીવી, કોઈ લાંબી ને કોઈ તેથી ટૂંકી; ને જે જાત મરીને નાબુદ થઈ તે ફરીને બીજે સમયે દેખા દેતી નથી. એમ છે તેથી તેઓના શેષ ભાગ પૃથ્વીના ઇતિહાસના નિર્ણીત ખંડ ઓળખાવેછે. એવા શેષને **ફૉસ્સિલ** કહેછે. એક એકથી ઘણે છેટે રહેલા દેશોમાંના જળમળ રૉકોમાં સરખાં ફૉસ્સિલ ઘણાં હોય તો તેપરથી અનુમાન થાય કે તે રૉકો એક સમયમાં બન્યા; અથવા એટલું તો ખરૂંજ કે જે જનાવરનાં ફૉસ્સિલ બેઉમાંથી જડેછે તે જીવતાં હતાં તે મુદ્દતમાં તેઓ બન્યા. એવા રૉકને **સમવયી રૉક** કહેછે. ઉદાહરણ, ખાશી ડુંગરા અને ઇંગ્લાંડનાં કેંટ અને સસેક્સ પરગણાંના ચાકના ડુંગરા **સમવયી** છે. નિશાળોમાં કાળા પાટીઆ ઉપર લખવાને તથા બીજા ખપને માટે એ ચાક ત્યાંથી વેપારીઓ લાવેછે. એ રૉકના વખતને **ક્રિટેશિયસ સમય** કે **ચાક બનવાનો સમય** કહેછે. દક્ષિણ હિંદમાં **ત્રિચિનાપલ્લી**માં અને દક્ષિણ **આર્કટ**માં તથા ઇંદોરની પાસે **બાઘમાં** એ કાળના રૉક છે; પરંતુ તેઓ ચાક ન હોતાં રેતી, કાંકરા, માટી, કે ચૂર્ણપાષાણ છે; તિબેટમાં સ્પીટી નામે ખીણ છે તેના પર્વતોનાં કેટલાંક શિખરો ચાક સમયનાં છે; એ રૉક સાગરને તળીએ બન્યોછે તેપરથી સ્પષ્ટ છે કે ચાકના સમયપછી આ મોટા પર્વત ઊંચકાઈ મથાળે આશરે એટલા બધા ઊંચા થયાછે. ચાકના સમયમાં જે જાતના જીવ સમુદ્રોમાં વસતા તેમાંના ઘણાજ થોડા હાલ હયાત છે; ને જે થોડા જીવેછે તેઓ ઘણા ઊંડા પાણીમાં રહેછે.

તેમજ **ચેરાપુંજી**ની પાસે **ખાશી ડુંગરા**ને મથાળે ફૉસ્સિલવાળા ચૂર્ણપાષાણ છે તે **સિંધના હાલા ડુંગરા**ના કેટલાક ભાગ

જે સમયે બન્યાં તે સમયના છે એવું માલૂમ પડ્યુંછે; તેમજ યુરોપના પિરીનીસ અને આલ્પ્સ પર્વતમાં કેટલાક ચૂર્ણપાષાણ છે તેઓ તથા લન્ડન અને પારિસ જે જમીન ઉપર છે તેની માટી અને કાંકરા પણ તેજ યુગનાં છે. **બરાકરની** પશ્ચિમ ખનિજ કોયલાનાં પડ છે તેઓ અને **નર્મદાના** પ્રદેશના, **મધ્યમાંતમાં** ચાંદ ગામની પાસેના અને દક્ષિણ હિંદમાં નિજામના મુલકમાં કોયલાનાં પડનો સમય એક છે; **આસ્ટ્રેલિયામાંના ન્યુકાસ્ટલના** કોયલાનો, દક્ષિણ આફ્રિકાના ઘણાક ભાગમાં કોયલાનાં પડ છે તેઓનો યુગ અને બંગાળાનાં તથા **મધ્યહિંદનાં** કોયલાનાં પડનો સમય પણ સરખો છે. આ પડો આગળ કહેલાં પડોથી બહુ જૂનાં છે (તેઓ પર્મિયન સમયનાં હશે એમ સંભવેછે).

ચાક, ચૂર્ણપાષાણ, વેળુપાષાણાદિક હરકોઈ પડનાં એકલાં ખનિજ લક્ષણોથી, એટલે જે ખનિજોનો બનેલો હોય તે વડે માત્ર તે પડનું વય, એટલે તેનો સમય, પરખાઈ શકે નહિ. આટ્લાંટિક મહાસાગરના ઊંડાણનું માપ કાઢતાં તેના તળિયાના રૉકનો નમૂનો હાથ લાગ્યોછે તેપરથી જણાયછે કે બરાબર ચાકના જેવોજ રૉક ત્યાં હાલ બંધાયછે; અને હાલના કે આગલા સમયના કાંઠા, દબાણના ભારથી અને રૉકોમાં રસાયની વિકારો ચાલુ છે તેણે કરીને કોઈ કાળે વેળુપાષાણ થશે. પડબંધ રૉકનું વય નક્કી કરવાની પહેલી કસોટી તેમનો એક એકપર રહેવાનો ક્રમ છે; જે પડો નીચે છે તેઓ તેઓની ઉપર રહેલાંથી વધારે ઉમરનાં હોયજ; અને બીજી કસોટી તેઓમાં દટાયલાં ફૉસ્સિલ છે. એક એકથી ઘણે છેટે રહેલા રૉકોમાં અને કદાચ જેઓની નીચે ઉપર બીજા રૉક નથી તેઓનાં ફૉસ્સિલ મળતાં આવે તો એક સમયના કે લગભગ એક સમયના છે એમ કહી શકાય.

પૃથ્વીના ભિન્ન દેશો અને ખંડના પડબંધ રૉકોને સરખાવી જોવાથી ભૂગર્ભવેત્તા મોટા રૉકના પ્રકાર અને તેઓને બનવાના

ક્રમ જાણી શકયાછે. એ પ્રકાર અને ક્રમ નીચે પ્રમાણે છે. આપણી છેક સમીપના કાળમાં જે બન્યોછે તેને પ્રથમ લખ્યોછે; તેની પહેલાં બનેલો તે તેની પછી લખ્યોછે. એમ એક પછી એક નીચે લખેલાછે તેઓ તેની ઉપરનાથી વધારે પ્રાચીન કાળના છે.

ત્રીજા યુગ પછીના.

પ્લીઓસીન...	ત્રીજા યુગના કે હાલના જીવવાળા.	નવા જીવવાળાં પડ.
મિઓસીન ...		
ઈઓસીન ...		
ચાક (ક્રિટેશિયસ) ...	બીજો કે મધ્ય યુગ.	
જુરાસિક (ઊલિટિક)...		
ટ્રિઆસિક		
પર્મિયન..................	પહેલા જીવવાળાં પડ.	
કોયલાજનક		
ડેવોનિયન		
સિલુરિયન		
કામ્બ્રિયન		
લૉરેન્ટિયન (લૉરેન્શિયન) .		

કોરી ભૂમિઉપર પડબંધ રૉક બનતા નથી તેથી ઉપલાં પડમાંનું હરકોઈ પડ બન્યું તે સમયમાં જે ઠામે કોરી ભૂમિ હશે ત્યાં તે સમયનો રૉક હોઈ શકે નહિ. વળી પાછળ કહી ગયા છીએ તેમ પૂર્વે બનેલાં પડો કોરી જમીન થઈ તેના ઘસારાથી અને નાશથી છૂટા પડેલા પદાર્થોવડે ત્યાર પછીનાં પડ બનેછે, તેપરથી એવું બન્યું કે કેટલાંક પડ કેટલાંક સ્થળમાં આગળ હતાં પણ પછીથી નાશ પામ્યાં. એ કારણથી ભરતખંડમાં અને ભૂગોળના બીજા ભાગોમાં એમાંનાં ઘણાંક પડ નથી અને કદાચ બન્યાંજ નહિ હોય. ભરતખંડમાં ગંગા નદીની દક્ષિણે આ ખામી વિશેષ જોવામાં આવેછે; એનું મુખ્ય કારણ એ છે કે તે ભાગ ઘણા કાળથી કોરી જમીન છે. ઇંગ્લાંડ, હિમાલયનો કેટલોક ભાગ, અને પંજાબ સાગરને તળીએ ઘણા કાળ લગી હોવાથી તેઓમાં કોઠામાં કહેલાં પડોમાંનાં ઘણાંખરાં છે.

ઘણુંકરીને જળમળ રૉકના વયની શોધથી આગ્નેય રૉકના વયની શોધ વધારે કઠણ છે; તેમ હરકોઈ રૉકનું રૂપાંતર ક્યારે થયું તે પણ બરાબર જાણી શકાતું નથી, પરંતુ કેટલેક ઠેકાણે તેનું સત્ય જ્ઞાન કેટલેક દરજે થઈ શકેછે. રાણીગંજ અને બરાકરના કોયલાનાં પડોને ફાડીને ટ્રાપ રૉક ઉપર આવ્યોછે તે એ કોયલાનાં પડો પછીનો છે, તથાપિ પછીના કિયા કાળનો છે તે વિષે સંદેહ રહેછે. પશ્ચિમ હિંદમાં કેટલીક જગ્યાએ ક્રિટેશિયસ એટલે ચાકનાં પડ ઉપર ટ્રાપ રસ કહ્યોછે માટે ત્યાં ચાક પછી ટ્રાપ થયો. વળી ભરૂચ અને સૂરતની પાસે કેટલાક રૉક તેઓના ઉપર રહ્યાછે તેઓમાંનાં ફૉસ્સિલ ઉપરથી જણાયછે કે તેઓ ઈઓસીન સમયના છે, અને તેઓમાં ટ્રાપના કકડા છે, તેઓથી ટ્રાપ જૂનો છે. આ ઠેકાણે ટ્રાપનું વય ઘણે દરજે બરોબર જણાયુંછે.

સાર.—ભૂગોળનો ઉપલો ભાગ જે રૉકોનો બન્યોછે તેના મુખ્ય વર્ગોનું વર્ણન મેં આ પ્રકરણમાં કર્યું; ભૂગોળના અંદરના ભાગ વિષે થોડુંજ જાણવામાં આવ્યુંછે અને તે થોડું કહેવાનો વગ આગળ આવશે. રૉક બે પ્રકારના છે—જળમળ અને આગ્નેય. જળમળ રૉક સમુદ્રને તળીએ કે તળાવમાં અને નદીઓની રેલના પાણી નીચે ધીમે ધીમે બન્યાછે; ભૂમિના પૃષ્ઠ ઉપરથી ધોવાઈ ગયેલી માટી, રેતી, વગેરે પદાર્થોના તેઓ થયાછે; પૃથ્વીના અંદરના ભાગમાં અગ્નિથી ગળાઈ રસ થયેલો પ્રવાહી પદાર્થ ઘન પડોમાં ઘુશીને, ધરતીને મથાળે ઊભરાઈ આવીને તથા કોઈ વાર સાગરને તળીએ પ્રસરીને ઠરી જઈ ઘન રૉક બન્યાછે તે આગ્નેય રૉક છે. એમ જેઓ પાણીની માર્ફતે બન્યાછે તેઓ ઉદક કે જળમળ કહેવાયછે, અને અગ્નિથી પીગળેલા હોઈ ઠર્યાછે તેઓ આગ્નેય કહેવાયછે. જે પડો પ્રથમ પાણીએ બનાવ્યાં, પણ પછીથી ગરમીએ તેઓને નરમ કર્યાં, વિકાર પમાડયાં, તથાપિ પૂરાં ગાળી નાંખ્યાં નહિ તેઓ **રૂપાંતર** રૉક કહેવાયછે. પૃથ્વીના પૃષ્ઠનો વધારો મોટો

ભાગ ઉદક અને રૂપાન્તર રૉકોનો બન્યોછે, અને તે પરથી સમજાયછે કે ધરતીનો હરકોઈ ભાગ કોઈ કાળે પાણી નીચે રહેલો ખશે. જળમળ કે ઉદક રૉકનું લક્ષણ એ છે કે તેઓના થર કે પડ બાઝ્યાંછે, અને આગ્નેય રૉકનું લક્ષણ એ છે કે તેઓ બીજા રૉકોમાં પેઠાછે તથા કોઈ ઠેકાણે જ્વાળામુખમાંથી ઊભરાઈ આવી જમીન ઉપર ફેલાઈ ઠરી ગયાછે. તેમની બનિજ રચનાપરથી પણ તેઓ ઓળખાઈ શકેછે; પરંતુ એ બાબત રૉકોની તપાસ નજરે કરવાથીજ શીખાયછે, એકલું વર્ણન કાંઈ કામનું નથી. એ માટે રૉકોના ભિન્ન ભિન્ન પ્રકારનું બ્યાન મેં કર્યું નથી; માટી, રેતી, વેળુપાષાણ, ચૂર્ણ-પાષાણાદિક ઘણાજ સાધારણ રૉકનાં નામ દીધાંછે. એ રૉકો જ્યાં છે ત્યાં જઈને અવલોકન કરવાનું ન બને તો વિદ્યાર્થીએ તેના નમૂના મેળવવાને એકે પ્રસંગ ચૂકવો નહિ; પરંતુ યાદ રાખવું કે ભૂસ્તર વિદ્યાના બીજા વિષયોની પેઠે આ વિષયનું જ્ઞાન બહાર ફરીને નજરે જોવાથી અને હાથે તપાસવાથીજ બરોબર થઈ શકેછે.

જળમળ રૉકોનાં પડોમાંથી પૂર્વ કાળમાં થઈ ગયેલાં પ્રાણીના અને ઉદ્ભિજના રૂપ જડેછે; એના રૂપનું જ્ઞાન મેળવ્યાથી અને હાલના જીવની અને ઉદ્ભિજની જોડે તેઓને સરખાવી જોવાથી ભુગર્ભના અદ્ભૂત ઈતિહાસનું જ્ઞાન થાયછે. એ ઉપરથી જણાયુંછે કે માણસની વસ્તી અનંત કાળથી પૃથ્વી ઉપર નથી એટલુંજ નહિ, પણ પૃથ્વીની વસ્તીમાં જે પ્રાણીઓ સૌથી મોડાં ઉત્પન્ન થયાંછે તેઓમાંનું એક પ્રાણી માણસ અને હાલનાં જે જનાવરોથી આપણે ઘણાજ જાણીતા છીએ તેઓમાંનાં ઘણાં માણસથી ભાગ્યે વધારે જૂનાં છે, અને બીજાં બહુ પ્રાચીન કાળનાં છે. શી રીતે અને કયારે પૃથ્વી થવા માંડી તેનું જ્ઞાન ભૂગર્ભવિદ્યાથી કદી મળી શકવાનું નથી; પણ એટલું જણાયુંછે કે તેના પૃષ્ઠ ઉપરનો હરેક પદાર્થ વારેવારે વિકાર પામ્યોછે. એક જાતના જીવનો વિનાશ થયો કે તેને ઠામે

બીજા આવ્યાછે.' એ પ્રમાણે છેક જૂનામાં જૂના વખતથી નિરંતર થયાં કર્યુંછે; કદી ખાળો પડયો નથી. આ મોટા ઇતિહાસમાં કાળ નવું અને અજાણ્યું રૂપ ધારણ કરેછે. પાછળ થઈ ગયેલો અમાપ મહાકાળ ભૂસ્તરવિદ્યા દર્શાવેછે તેની આગળ મહીના, વરસ, અને સૈકા તુચ્છ પડી જાયછે. ભૂસ્તર જમાનો એટલે એક પ્રાણીનો જન્મારો નહિ પણ આખી જાતનું જીવતર; ભૂગર્ભવિદ્યામાં આખા પ્રાણીસમુદાયની ઉત્પત્તિ અને લયના સમયને યુગ કહેછે. જેમ ખગોળ વિદ્યામાં તારાનાં અંતર વર્ણવવામાં સંખ્યા વાપરતાં એટલા બધા આંકડા આવેછે કે તેઓથી તે અંતરનો વિચાર મનમાં આવતો નથી; તેમ ભૂગર્ભ વિદ્યામાં માણસના અવતર્યા પહેલાં જે મહાયુગો વહી ગયાછે તેનો વિચાર મનમાં આણવાની આપણામાં શક્તિ નથી.

શિખરના કોઈ સિલુરિયન ખડક અને તેનાં વાંકાંચૂંકાં પડ, તથા તેનું ખડબચડું, અને સાગરનાં મોજાંથી ઘસાઈ ગયેલું અને તેનાથી માત્ર ઓછા જૂના દેવોનિયન સમુદ્રના કાંકરાથી અર્ધું ઢંકાયેલું પૃષ્ઠ પહેલ વહેલું વિદ્યાર્થી જુવેછે ત્યારે તેની લાગણી પ્લેફેરે વર્ણવીછે તેવી હોયછે. બર્વિકને કિનારે ખડકને મથાળે ઊભા રહીને પત્થરરૂપી પુસ્તકને વાંચી હટને તેનો અર્થ સમજાવ્યો ત્યારે તે કહેછે કે, "કાળના ઊંડા ખાડામાં જોતાં મન ભ્રમિત થવા લાગ્યું; તે વિદ્વાને એ ચમત્કારી બનાવોનો ક્રમ અને પડોની હારનું વર્ણન કર્યું તે આતુરતા અને સાનંદાશ્ચર્યથી સાંભળી અમને લાગ્યું કે ઓહો! કલ્પનાને પાછળ મૂકી તર્ક કેટલે બધે દૂર જઈ શકેછે."

પ્રકરણ ૫ મું.

પૃથ્વીના માંહેલા ભાગની ઉષ્ણતા અને તેનાં પરિણામ.

આગ્નેય રૉક વિષે ગયા પ્રકરણમાં જે કહેવામાં આવ્યું તેપરથી નવી જમીન કેમ બને તેની કાંઈક સમજ પડી શકશે.

વરસાદ, બરફ, નદીઓ, અને સમુદ્રનાં મોજાંની ક્રિયાથી ભૂમિનું પૃષ્ઠ ધોવાઈ તેનો કચરો તણાઈ જઈ સાગરને તળીએ પ્રસરી ઠરેછે, તેની વિરૂદ્ધ પૃથ્વીના માંહેલા ઊંડા ભાગમાં બીજું બળ છે તેનું નામ ગરમી છે. એ બળ પાષાણના મોટા જથાને નરમ કરી ગાળો નાંખેછે ને તેને ઉપરના ઘન રૉકોમાં ધકેલેછે; તે ગરમ પ્રવાહી વખતે એટલા બધા જોરથી આવેછે અને એટલો બધો હોયછે કે તેની ઉપરનાં ઘન પડોને ચીરી છેક આરપાર નીકળી ઉપર આવી પૃષ્ઠ ઉપર ફેલાયછે. પરંતુ નવી જમીન માત્ર એજ રીતે થતી હોત તો એ સ્પષ્ટ છે કે નદીના કાંપથી બંગાળા (અને ગુજરાત) ના પ્રદેશ જેવાં ભાઠાં બનેછે તે અને નીચા અને નાના પરવાળાંના બેટ ઉપરાંત, મુંબાઈ ઈલાકાના ઘણા ભાગમાં છે તેવા આગ્નેય રૉક માત્ર જોવામાં આવત; અને વેળુપાષાણ, ચૂર્ણપાષાણાદિક દરિયાઈ પ્રાણીના શેષવાળા રૉક, ખાશી ડુંગરાની, પશ્ચિમ બંગાળાના ટેકરા, મધ્ય હિંદના કેટલાએક ભાગ, અને તિબેટના ઊંચા પર્વતની રચનાવાળા રૉક કોઈ ઠામે દેખાતા નથી. માટે પ્રશ્ન એ છે કે હાલ અનેક દેશોમાં ઊંચા પર્વત અને સરજમીન છે તે સાગરને તળીએથી ઊપડી ઊંચાં શી રીતે આવેલાં હશે?

આનો ઉત્તર દેવાને પ્રથમ આપણે સમુદ્રમાંથી જમીન ઉપર આવ્યાના કોઈ નોધાયલા દાખલાની ખોળ કરીએ; વળી તેની જોડે વધારે તપાસ એ કરીશું કે જમીનની સપાટીમાં કોઈ ઠેકાણે કાંઈ ફેરફાર થયોછે કે નહિ; એ તપાસમાં ભૂમિના જે ભાગ નીચા ઉતરી ગયાછે તે આવશે, કેમકે જો મોટા બિકાર થાય તો તેઓ સદા એકજ પ્રકારના ન હોય, કોઈ જગ્યાએ જમીન ઊંચી થાય તો કોઈ સ્થળે નીચી બેસે.

આ સૈકામાં ભરતખંડમાં એવો એક બનાવ બન્યોછે. વિસ્તીર્ણ પ્રદેશ નીચો થયોછે. સને ૧૮૧૯ ના જૂન માસની ૧૬ મી તારીખે હિંદના ઘણાખરા ભાગમાં ભુકંપનો ભારે આચકો લાગ્યો હતો. એક એકથી મસ છેટેના ભાગમાં એ ધરતી-

કંપ જણાયો હતો: નેપાળના પાટનગર ખટમન્ડુમાં, કલકત્તામાં, અને પોંદિચેરીમાં, પશ્ચિમ હિંદના કચ્છ પ્રાંતમાં એ આંચકાનું બળ બીજી જગ્યાઓથી વધારે હતું. સિંધુ નદની ઊગમણી શાખાને કાંઠે આવેલું સિંદ્રિગામ અને તેમાંનો ગઢ ગરક થયાં; અને રણ નીચું બેઠું તેથી સિંધુ નદની એક જૂની ખાડીની વાટે ખેતરોમાં સમુદ્રજળ આવી ખાઈ તળાવ બન્યું. સિંધુ નદની વરસો વરસની રેલના કચરાથી તે ખાડો પૂરાવા આવ્યો છે માટે ત્યાં બારે માસ પાણી રહેતું નથી. એજ વખતે રણની પાસેની જમીન ઊપડી ટેકરા જેવી ઊંચી થઈ. એનું નામ "અલ્લાબંધ" પડયું છે. ભૂકંપની જોડે આવા ફેરફાર ઘણી વાર થાયછે, અને ઉપર કહ્યા તેથી વખતે વધારે મોટા અને વિસ્મયકારક હોયછે. ગયાં સો વરસમાં દક્ષિણ અમેરિકાના દક્ષિણ ભાગમાં એવા વિકાર કેટલીક વાર થયાછે. મિસ્તર દાર્વિન કહેછે કે સને ૧૮૩૯ માં ધરતીકંપ થયો તે વેળા ચોનોસ આર્ચિપેલાગોમાંનો લેમસ બેટ એકાએક આઠ ફુટ ઊંચો થયો. સને ૧૮૩૫માં સાંતા મારિયા બેટમાં કાંઠા આગળનું ખડકવાળું પાણી નીચેનું સપાટ તળીયું ભરતીના પાણીની સપાટી કરતાં આઠ ફુટથી વધારે ઊંચું થઇ ગયું, અને ત્યાં છીપોવાળા જીવ વસતા હતા તેઓ તેની જોડે ઉપર આવી ગયા; વળી ૧૮૨૨ માં વાલપરાસો નગર એકાએક ત્રણ ફુટ ઊંચું થઈ ગયું.

ભૂકંપથી ભૂમિનું ઊંચું ચઢવું કે નીચું ઉતરવું એકાએક થવાથી વધારે આશ્ચર્યકારક છે, તોપણ એવાજ બનાવ થોડે થોડે, અને ત્યાં વસનારાના જાણવામાં ન આવે એવા થાયછે તેઓ વધારે અગત્યના છે; કોઈ રૉક અથવા જમીનની બીજી નિશાનીઓ પૂર્વે જે સ્થિતિમાં દેખાયલી તેના સંબંધમાં ઘણાં વર્ષોમાં ઊંચી કે નીચી થઈ હોય તેથી જાણવામાં આવેછે; અથવા અર્વાચીન છીપોનાં પડ, ભાંગેલાં વહાણના શેષાદિક સમુદ્રની સપાટીથી મસ ઊંચા માલૂમ પડવાથી એવા વિકાર જાણવામાં આવેછે.

ભરતખંડના કિનારાપર આવા પુરાવા મળેછે. ઓઢીઆ (ઓરિસ્સા) માં ચિલ્કાસરોવરને દક્ષિણ કાંઠે છીપોવાળું માટીનું પડ છે તે તેના પાણીની ઊંચામાં ઊંચી સપાટીથી વીસ કે ત્રીસ ફુટ ઊંચું છે. તે સરોવરના મુખ આગળ એટલે જ્યાં તે સાગરને મળેછે ત્યાં હાલ જીવતી છીપો વસેછે તે જાતની છે. એ મૃત્તિકા પડ આગળ તે સરોવરનું પાત્ર હતું, અને જ્યારે એમાંની છીપોના જીવ હયાત હશે ત્યાર પછી ત્રીસ કે ચાળીસ ફુટ ઊંચું ચઢયું છે. મદ્રાસ ભણીને કાંઠે ઘણીક જગ્યાએ એજ છીપવાળાં પડ જમીનના પૃષ્ઠથી થોડા ફુટ નીચે છે; તેઓ કેટલેક ઠેકાણે દરિયાથી કેટલાક મૈલ દૂર છે, અને તેની સપાટીથી દશ વીસ ફુટ ઊંચો છે. પાલિકટ સરોવરથી મદ્રાસ સૂધી અને જ્યાંથી મદ્રાસ લગી કાંઠે કાંઠે નહેર ખોદી તેમાં આ જાતનાં પડ દીઠામાં આવ્યાં; દક્ષિણ આર્કોટ અને તાનજોરમાં પણ એ પડ ઘણે ઠેકાણે છે. જાફનાની આસપાસનો લંકાનો ઉત્તર છેડો અને તેની સામેના ત્રાવણકોરના કિનારાનો કેટલોક ભાગ પરવાળાંના ખડકનો છે તેમાં પુષ્કળ છીપો દટાયલીછે તેઓ તેની આસપાસના સમુદ્રમાં હાલ જીવતી છીપોની જાતની છે; કાઠીઆવાડમાં તેજ જાતનો છીપોનાં પડ સાગરની સપાટીથી ઘણે ફુટ ઊંચે મિસ્તર થીઓબાલ્ડના જોવામાં આવ્યાં હતાં. આ સઘળાં ઉદાહરણમાં કાંઠો ઊંચો થયોછે. અને તેથી ઓછી વધતી જમીન પેદા થઈ; એ કયારે બન્યું તેની લોકને ખબર નથી, તથાપિ એમ બનવા વિષે કાંઈ સંદેહ નથી, કેમકે સમુદ્રમાં હાલ જે પ્રાણી વસેછે તેઓ ત્યાં છે.

પણ છેક હાલના સમયમાં ભૂમિ ઊંચી થયાનો સૌથી વધારે પુરાવો દક્ષિણ અમેરિકામાં છે. આ સૈકામાં ભૂકંપની જોડે જે થોડાં ઊંચાણ થયાંછે તેઓ તો ગણવામાં આવી ગયાં. પણ તમામ પાટાગોનિયા, ચીલી, અને લાપ્લાટાનો મૂલક કોઈ કોઈ ઠામે ૧,૩૦૦ ફુટ ઊંચો થયોછે તેનાં એ જાણે ખરચ્યાં છે. **ઉદાહરણ—સાગરને તળીએ વસનારી છીપો હાલ વાલ્પરેસોમાં**

એટલી ઊંચાઈએ (એટલે ૧,૩૦૦ ફુટ) જમીનના પૃષ્ઠ ઉપર ક્ષય નહિ પામેલી જડેછે; અને લિમામાં ગુંથેલા બરૂના કકડા, સડેલા સૂતરાઉ દોરા, અને મકાઈ દોડા બ્યાશી ફુટની ઊંચાઈએ જડેછે અને તેઓમાં દરિયાની છીપો છે તે ઉપરથી એટલું તો જણાય છે કે એ સ્થળમાં માણસનો વાસ થયા પછી એ પ્રદેશ એટલો ઊંચો ચઢયો છે. મિસ્તર ડાર્વિનની તપાસ પરથી જણાયછે કે દક્ષિણ અમેરિકાનો આખો દક્ષિણ ભાગ તાજા ભૂસ્તર કાળમાં એ પ્રમાણે એક સરખો ઊપડયો છે. તે કહેછે કે "દક્ષિણ અમેરિકામાં હરેક બનાવ મહાભારત છે, અને ભૂગર્ભિત બનાવ હજી બન્યા જાયછે."

યૂરોપમાં એવા બનાવ બન્યાછે, પણ એવડા મોટા નથી. સ્કાન્ડિનેવિયાનો ઉત્તર ભાગ ઘણા વખતથી હળવે હળવે અને માલૂમ ન પડે તેમ ઊંચો થતો જાયછે. ઉડેવાલની થડમાં સમુદ્રની સપાટીથી ૧૦૦ ફુટ ઊંચે રૉકને ચોંટેલી છીપો સુર ચાર્લસ લૈલ જોઇ. જીવતી હશે ત્યારે જેમ વળગેલી હશે તેમજ વળગેલી હતી; અને સને ૧૮૨૦ માં સ્ટાકહોમની ઉત્તરે કેટલીક જગ્યાએ આંકા પડ્યા હતા તેઓને ચૌદ વરસ પછી પાછા જોયા તેવારે સમુદ્રની સપાટીથી ચારપાંચ ઇંચ વધારે ઊંચા માલૂમ પડ્યા. પુરાવા મળ્યાછે તે ઉપરથી સર ચાર્લસ નિર્ણય કરેછે કે નાર્થકેપથી દક્ષિણે સ્ટાકહોમ સૂધી આવતા સૈકામાં ઊંચા થવાનો દર ઓછો થતાં કેટલાક ફુટથી થોડાક ઇંચપર આવી રહેછે.

આ બધી નિરીક્ષા કાંઠે કે કાંઠાની પાસેનાં સ્થળોમાં કરીછે; ઘણું કરીને ઊંચા નીચા થવાનો પુરાવો સહેલથી એવે ઠામેજ મળી શકેછે. એનું કારણ એ છે કે સઘળી ઊંચાઈ સાગરની સપાટીથી મપાયછે, અને થોડાજ દેશના માંહેના ભાગની ઊંચાંઇ વધી ઘટી જાણી શકવાને માટે તે પૂર્વે જોઇએ તેટલી મુદ્દતથી અને જોઈએ તેટલી ખરી માપવામાં આવીછે. પાટાગોનિયા અને સ્કાન્ડિનેવિયા જેવા દાખલામાં બંને કિનારાની

ગતિ સરખી થઈ છે તેમાં માત્ર સાચું અનુમાન થઈ શકે કે આખા દેશને તે ગતિ લાગેલીછે.

અત્યાર લગી મેં ભૂમિ ઊંચી થયાની વાત મુખ્યત્વે કરી. ભૂમિનું નીચું જવું પણ બનેછે. એ પકડાવું એટલું સહેલું નથી, કેમકે જમીન સમુદ્રથી ઢંકાઈ જાય ત્યાર કેડે તેની પરીક્ષા થઈ શકતી નથી. તોપણ ઇંગ્લાંડને દક્ષિણ કાંઠે અને તેની સામે આવેલા ફ્રાન્સના કિનારાપર ઘણાંક સ્થળ એવાં છે કે નાના જુવાળનાં પાણી ઉતરી જાયછે ત્યારે આગલા કાળનાં દટાઈ ગયેલાં જંગલના શેષ જોવામાં આવેછે; બંગાળામાં તળાવ ખોદતાં સમુદ્ર જળની નીચી સપાટીથી વધારે નીચાણમાં સુંદરી નામે વૃક્ષનાં થડ આવેછે; કલકત્તાના વિલિયમ ગઢમાં (ફ્રોર્ટ-વિલિયમમાં) ૩૮૦ ફુટ ઊંડો કૂવો ખોદતાં પણ તે નીકળ્યાં હતાં. સ્વીડનનો દક્ષિણ ભાગ નીચે બેસતો જાયછે, અને ઉત્તર ભાગ ઉપર કહ્યું તેમ ઊંચો થતો જાયછે; પરવાળાંનાં જીવડાંની ટેવ ઉપરથી તથા માલ્દિવ, લખદિવાદિક પરવાળાંના બેટના આકાર અને લક્ષણપરથી પુરાવો મળ્યોછે તેપરથી અનુમાન થઈ શકેછે. સાગરના જે ભાગમાં એવા બેટ છે તે હજારો વરસથી, હળવે હળવે નીચે બેસેછે; એ ગતિ વચમાં કેટલાક કાળ સુધી થોભતી હશે એવું સંભવેછે.

જે મોટી ગતિ આમ ઘણા કાળમાં હળવે હળવે ભૂમિના આકાર અને ઊંચાઈમાં ફેરફાર કરેછે તે ગતિ શાથી ઉત્પન્ન થતી હશે? ઉત્તર—એ વિષે ઘણુંજ થોડું જાણવામાં આવ્યું છે; પૃથ્વીની માંહેના ભાગની હાલતના સંબંધમાં છે એ. ઉપરાંત વધારે જણાવામાં થોડુંજ જણાયુંછે, થોડે થોડે ઉષ્ણતા ઓછી થવાથી પૃથ્વી સંકોચાયછે. હવે એ વિષે તપાસ કરીએ.

પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપરની ગરમીનો લગભગ બધો આધાર સૂર્ય છે, અને તેથી હમેશ રાત કરતાં દહાડે વધારે તાપ હોયછે. વાયુની ઉષ્ણતા પ્રમાણે પૃષ્ઠની ઉષ્ણતા ઓછી વધતી થાયછે, એટલુંજ નહિ, પણ તેથી વધારે થાયછે; કેમકે એક બે પહોર

તડકો પડ્યા પછી પૃષ્ઠ કરતાં તેથી એક બે ફુટ ઊંચેનો વા ઓછો ગરમ હોય, અને વાદળાં વિનાની રાત્રે હવા કરતાં તે વધારે ટાઢું હોયછે. પણ આ માત્ર પૃષ્ઠને લાગુ પડેછે. તેની હેઠે થોડા તસુપર દહાડે રાતની ઉષ્ણતાનો ભેદ ઘણો ઓછો થઈ જાયછે; સમશીતોષ્ણકટિબંધમાં ત્રણથી પાંચ ફુટ સુધીમાં એ ભેદ હોતો નથી; તે ઊંડાઈએ હરકોઈ ઋતુમાં જેટલી ગરમી દિવસે હોય-છે તેટલીજ રાત્રે હોય. પરંતુ ઊનાળાની અને શિયાળાની ઉષ્ણ-તામાં એથી વધારે ઊંડાણમાં એ તફાવત હોયછે. સમશીતોષ્ણ કટિબંધમાં ૮૦ થી ૯૦ ફુટે એ ભેદ જતો રહેછે. પારિસની વેધશાળા એટલે નિરીક્ષાસ્થળના ભોંયરામાં ૯૦½ ફુટની ઊંડા-ઈએ પચાસ વરસથી ઘણું નાજુક ઉષ્ણતા માપક યંત્ર[૧] એક સરખી ઉષ્ણતા દેખાડે છે. આ એક સરખી ઉષ્ણતાનું સ્થળ કલકત્તામાં પૃષ્ઠની વધારે પાસે હોવાનો સંભવ છે, પરંતુ હિંદમાં એ કેટલી ઊંડાઈએ છે તે શોધવાનાં અવલોકન હજી કરવામાં આવ્યાં નથી. પૃષ્ઠની તળે જે ઊંડાઈએ ઊનાળાના તાપથી અને શિયાળાની ટાઢથી ઉષ્ણતામાનમાં ફેર પડતો નથી ત્યાંથી જેમ વધારે નીચે ઉતરીએછીએ તેમ ઉષ્ણતા વધેછે. કેટલેક ઠામે એ વધારો ઘણો છે ને કેટલેક ઠામે થોડો છે; પણ સરા-સરી કાઢતાં તે એટલો ગણવામાં આવ્યોછે કે પ્રત્યેક સ્થળે દશ હજાર ફુટથી માંડીને વીસ હજાર ફુટ સુધીમાં પાણી ઊકળે અથવા પૃષ્ઠ ઉપર જેટલી ગરમીથી પાણી ઊકળેછે તેટલી ગરમી છે.

પૃથ્વીના પેટાની ઉષ્ણતા ઘણી છે એ ઊનાં ઝરણપરથી પણ જણાયછે. મોંઘીરની નજીક કરકપુર ડુંગરામાં કેટલાંક ઊનાં ઝરણ છે; તેઓ જમીનમાંથી કે ખડકનાં કોતરોમાંથી ધશી આવેછે. એમાંનો એક મોંઘીરની થડમાં છે તેને શીતાકુંડ કહેછે. ગંગોત્રીમાં ગંગાનું મૂળ છે ત્યાં ગરમ પાણીનું ઝરણ

૧ ઉષ્ણતામાપકયંત્રને ઇંગ્રેજીમાં થર્મોમીટર કહેછે. એ યંત્રની રચના કાચની પોલી નાની ગોળીમાં પારો ભરેલો હોયછે અને તેનાઉપર બહુ ઝીણી કાચની નળી હોયછે. એ નળીમાં પણ થોડેસૂધી પારો હોયછે. ઉષ્ણતા વધેછે તેમ પારો ફેલાઈ નળીમાં ઊંચો ચડેછે, અને તાપ ઘટેછે તેમ સંકોચાઈ નીચો ઉતરેછે.

ધરતી આવેછે તે[1] પ્રખ્યાત છે. ભરતખંડમાં બીજે ઘણે ઠેકાણે ઊનાં પાણીનાં ઝરણ છે.[1] એ બધાં ઝરણ ઊંડાણમાંથી આવેછે, અને નીચેના તપેલા ખડકોમાંથી વહેતાં ઉપર આવેછે તેથી તેઓનાં પાણી ઊનાં હોયછે. જે દેશોમાં જ્વાળાનાં મુખ ઘણાં છે ત્યાં ઊનાં ઝરણ ઘણાં હોયછે. ડુંગરા અને ખડકોમાં પૂર્વકાળે આગ્નેય બળે શાંતિનો ભંગ ઘણો કરેલો ત્યાં ઊનાં ઝરણ ઘણાં હોયછે; કરકપુર અને હિમાલયમાં એ પ્રમાણે છે. નદીના મોટા પ્રદેશોમાં રેલનાં પાણીનો કચરો બહુ ઠરેલો હોયછે ત્યાં તેઓ હોતાં નથી. ડાંગરના કયારડાવાળા નીચલા બંગાળાના પ્રદેશોમાં તેઓ કદી જડવાનાં નહિ.

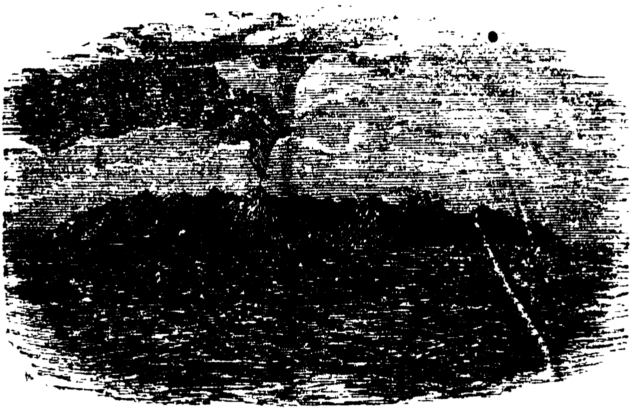
પરંતુ પૃથ્વીના પેટાની ગરમીનો મોટો ચમત્કારી પુરાવો જ્વાળામુખીથી મળેછે. જ્વાળામુખ એટલે પૃથ્વીના અંદરના ભાગ જોડે લાગેલો નળ કે તેમાંથી બારણે આવવાનું બાકું; એમાંથી ઊનું પાણી, વરાળ, અનેક જાતના વાયુ, પથરા, તથા પથરાના રસ બહાર આવેછે; કોઈ ઠેકાણે એ સદા ચાલુ છે ને કોઈ જગ્યાએ કેટલાંક વરસને આંતરે એવાં મુખ ફાટેછે. એમ આંતરે ફાટનારાંનાં મુખ શાંતિના સમયમાં પૂરાં અથવા અધૂરાં પૂરાઈ કે સંધાઈ ગયેલાં હોયછે.

હાલ ભરતખંડમાં એકે ચાલુ જ્વાળામુખ નથી. આપણી પાસેમાં પાસે છે તે બંગાળી અખાતમાં એક ઊજડ બેટમાં છે. આન્દામાન દ્વીપોથી તે બહુ વેગળે નથી. આ નીચે એનું ચિત્ર છે તે "એશિયાટિક રીસર્ચ" નામે ગ્રંથમાં આપ્યું છે તેપરથી લીધુંછે. એ જ્વાળામુખ શંકુ આકારે છે અને તેની આસપાસ વીંટીને આકારે વીંટલાયલો ડુંગર છે. એ ડુંગરનું કુંડાળું આગળ આપ્યું ચિત્રમાં છે તેમ ખંડિત થયેલુંછે; વચમાંના શંકુની ટોચે બાકું છે તેમાંથી ગંધકવાળો વાયુ (સલ્ફ્યુરસ ગ્યાસ) નીસરેછે. એ બાકાને જ્વાળામુખ કહેછે. આગળ જ્યારે

---

૧ ગૂજરાતમાં કપડવંજની પાસે લસુંદ્રાના કુંડ, ગોધરાની પાસે કાંકણ તારાપુરમાં, તથા સૂરતથી કેટલેક છેટે દેવકીઉનાહીમાં ગરમ પાણીનાં ઝરણ છે.

ફાટેલો ત્યારે એ જ્વાળામુખમાંથી નીસરેલા પાષાણ રસનો એ શંકુ અને તેની આસપાસનું કુંડાળું બનેલુંછે; ગયા સીતેર વરસ થયાં એ ફાટ્યો નથી. કપ્તાન બ્લેર લખેછેકે સને ૧૭૯૫ માં એ જ્વાળામુખમાંથી સેંકડો મણ વજનમાં, અને તપીને લાલ થયેલા એવા પથરા, અને પુષ્કળ ધૂમાડાના ગોટેગોટ નીકળતા હતા. હાર્સ્બર્ગ લખેછે કે સને ૧૮૦૩ માં એ જ્વાળામુખીમાંથી દર દશ મિનિટે ભડાકા થતા અને તે ભડાકાની જોડે ધૂમાડાનો સ્તંભ નીકળી મસ ઊંચો ચઢતો; તથા રાત્રે ડુંગરની પૂર્વ બાજુએ મોટો અગ્નિ સળગતો.



આકૃતિ ૮ મી. બંગાળી ઉપસાગરમાંનો બારન બેટ.

એપ્રમાણે નીકળેલા પદાર્થ વડે તથા નીચલા ભાગમાંથી વહેલા લાવા વડે એ આખો બેટ બન્યોછે ને હાલ બંધાઈ જઈ કઠણ, કાળા કોયલા જેવો દેખાયછે. મુદ્રાકાર ડુંગરની માંહેનું પોલ આગળનું જ્વાળામુખ છે; અને તેની અંદર શંકુ છે તે એનું ફાટવાનું બળ નરમ પડ્યા પછી તેમાંથી નીકળેલા પદાર્થનો બનેલોછે. જો તે ફરીને આગળના જેટલા જોરમાં આવે તો સંભવેછે કે પ્રથમ એ શંકુનો નાશ કરે, અને કદાચ તેની આસપાસના કુંડાળાને તોડી બીજે ઠેકાણે નવું જ્વાળામુખ

બનાવે. નેપલ્સની પાસે પ્રખ્યાત વિસુવિયસ છે તેનો ઈતિહાસ એવો છે; ઇસ્વી સનના ૭૯ માં વરસસૂધી એ જ્વાળામુખીને બંધ પડી ગયેલો ધારવામાં આવ્યો હતો, તેના ઉપર ખેતી થતી હતી; અને તેની તળેટીની આસપાસ મોટાં નગરો બંધાયાં હતાં. એ વરસમાં તે ઘણા બળથી ફાટયો; જૂની મુદ્રાના મોટા ભાગનો નાશ થયો, નવો શંકુ અને નવું જ્વાળામુખ બન્યું, અને તેમાંથી રાખ નીકળી તેણે પોમ્પીઆઈ અને હર્કુલાનિઅમ નામે બે શહેરોને દાટી દીધાં. ૧૫૦૦ થી વધારે વરસ લગી તેઓ હતાં એવું માત્ર ઈતિહાસથી જણાયું હતું, પણ હાલ તેઓને ખોદી કાઢયાંછે, અને ત્યાંની સાર્વજનિક ઈમારતો, નાટક શાળા, હમામ, પોમ્પીઆઈમાં વસનારા પ્રાચીન રોમન લોકનાં ઘરો, તેમની દુકાનો, તેઓની ભીંતોપર પાડેલાં ચિત્રો અને કોતરેલાં નકશી કામ ૧૮૦૦ વરસ પર હતાં તેવાં તાજાં દેખીએ છીએ એટલુંજ નહિ, પણ તેમનાં ઘરમાંની ખાનગી ગોઠવણ અને સાધનો પણ જોવામાં આવ્યાંછે; અને દટાયલા રહેવાશીઓના શરીરના પોલા આકાર પડી રહ્યાછે તેમાં પારિસના પ્લાસ્ટરને રેડવાથી ૧૮૦૦ વરસપર એ જ્વાળામુખીના ફાટવાથી નાશ પામેલા માણસોનાં બાહ્ય રૂપ હતાં તેવાં બનેછે. જ્વાળામુખમાંથી હલકી રાખ ઊડેલી તેવડે આ નગર ઢંકાઈ જવાથી તેમાંનું એ સર્વ બચ્યુંછે. સને ૧૮૧૫માં સુંબાવા બેટનો તુંબોરો નામે જ્વાળામુખી ફાટયો તેવારે એવી રાખ ઊડી હતી. એ ટાપુની પશ્ચિમે બસેં મૈલથી વધારે છેટે જાવા બેટ છે તેમાં એ રાખે આકાશને એટલું છાયું કે દિવસે અંધારું ઘોર થયું; અંધારિયામાં કોઈ રાત્રિ એવું અંધારૂં કદી થયું ન હતું; એ રાખની છેક ઝીણી રજ આમ્બોયના અને બાન્ડા દ્વીપોસૂધી ગઈ; એ છેલ્લો બેટ જ્વાળામુખીની પૂર્વે ૮૦૦ મૈલ પર છે. સુમાત્રાની પશ્ચિમે કેટલાક મૈલ લગી એના કોયલાનો બે ફુટ ઊંડો થર તરતો હતો તેમાં થઈ વહાણોને જવું કઠણ પડ્યું હતું. એકલો પડેલો જ્વાળામુખી ક્વચિતજ હોયછે.

ઘણુંકરીને તેઓ લીટીમાં હારબંધ હોયછે અને એમાંની કેટલીક હાર હજારો મૈલ લાંબી છે. ઉદાહરણ—સુમાત્રા, જાવા, અને તેઓથી નાના દ્વીપો સુમ્બાવા, તિમોરાદિકમાં થઈ ઠેઠ ન્યૂગીની પર્યંતની હારને ઉત્તર છેડે બારન બેટમાં છે. તેજ બિંદુમાંથી બીજી હાર નીકળેછે તેનો વિસ્તાર જાપાન અને ફિલિપૈન દ્વીપો સૂધી છે; અને ત્રીજી હાર પૂર્વમાં સુલેમાન બેટમાં થઈ ન્યુહેબ્રિડીસ લગી ગઈછે. દક્ષિણ અમેરિકાના આન્ડિસ પર્વત ઉપર પૃથ્વીના કેટલાક ઊંચામાં ઊંચા જ્વાળામુખીઓ છે તેઓની અને મેક્સિકોના જ્વાળામુખીની રચના પણ એવીજ છે.

જ્વાળામુખીઓનું બીજું સામાન્ય લક્ષણ એ છે કે તેઓ ઘણુંકરીને બેટમાં હોયછે, કે સમુદ્રથી ઘણા દૂર હોતા નથી; અને તે ઉપરથી અનુમાન કરવામાં આવ્યું છે કે પૃથ્વીના ઉષ્ણ પેટામાં પાણીના ઉતરવાથી જ્વાળામુખી ફાટેછે. જ્વાળામુખી ફાટેછે તવારે જે પદાર્થો નીકળેછે તેઓમાં પુષ્કળ વરાળ અને ઊનું પાણી હોયછે, અને જ્વાળામુખીના ફાટવામાં જેટલું બળ જોવામાં આવેછે તેટલું તપેલી વરાળની ફૂલવાની શક્તિમાં છે.

ભૂકંપ અને જ્વાળામુખની વચ્ચે પાસેનો સંબંધ છે. જ્વાળામુખીવાળા પ્રદેશમાં તેઓ વિશેષે કરીને થાયછે અને ભૂકંપની પાછળ જ્વાળામુખીનું ફાટવું જોરથી થાયછે; જાણે તે ફાટવાનું બળ બહાર નીકળવાનો માર્ગ શોધતું હોય ને, પરંતુ જ્યાં જ્વાળામુખી ચાલતા હોયછે ત્યાંજ માત્ર ભૂકંપ થાયછે એમ નથી. જ્યાં હાલ બિલકુલ જ્વાળામુખી છેજ નહિ ત્યાંપણ ધરતી બહુ જોરથી હાલેછે, અને કોઈ કોઈ વાર થોડા આંચકા લાગતા નથી એવા થોડાજ દેશો છે. ઉદાહરણ—કચ્છની પાસે ચાલતો જ્વાળામુખી નથી; અને બારન બેટના જ્વાળામુખીથી વધારે પાસેનો બીજો બંગાળાની નજીક નથી, તોપણ ત્યાં કોઈવાર નાના ભૂકંપ થાયછે. બંગાળામાં આંચકા પૂર્વભણીથી આવેછે; ઈરાવદીની ખીણમાંથી અને તેની સમીપના દેશમાંથી સને ૧૮૫૮ ના આગસ્ટ માસમાં બંગાળામાં ભૂકંપ થયો તેનો આંચકો

આવામાં અગ્નિ જબરો હતો, અને બીજો ૧૮૬૯ માં ૧૦ મી જાનેવારીએ થયો તેનું બળ કાચારમાં તથા ઉત્તરે આવેલા ડુંગરોમાં ઘણુંજ હતું. પણ આવાની સોડે પુપ્પાદોંગ નામે બંધ પડેલો જ્વાળામુખી છે; અને મોમિએન (મોમીન) ની પડોશમાં હાવશુએનશાન નામે બીજો બંધ પડેલો જ્વાળામુખી છે. એઓ સાબિત કરેછે કે થોડા વખતપર (ભૂસ્તર અર્થે) જ્વાળામુખીની જે લીટીનો છેડો હવણા બારન બેટમાં છે તે ઇરાવદી અને તેની પાડોશના દેશલગી પોંહો હતો; અને એ પ્રદેશમાં આગળ જે ઉપાધિના બળથી જ્વાળામુખી ફાટતા તેજ વડે હાલ ભૂકંપ થાયછે.

ભૂકંપ એટલે ધરતીનું ધ્રુજવું; એક પ્રકારનું અણુસમૂહનું મોજું ઉત્પન્ન થઈ તેનું ધન ભૂમિમાં પ્રસરવું; લોઢાના લાંબા જાડા દાંડાને એક છેડે હથોડો મારવાથી તેના અણુસમૂહમાં ગતિ ઉત્પન્ન થઈ તેના બીજા છેડાસુધી પહોચેછે તે એ પ્રકારની છે. ભૂકંપ થવાનું મૂળ કારણ મિ૦ માલેટે સૂચવ્યું છે તે હશે એમ સંભવેછે—જ્યાં ભૂકંપ અતિ જોરથી થાયછે ત્યાં પૃથ્વીના પેટામાં ઊંડે ખડકોનું એકાએક કચરાવું. જે વિકારો એ કચડાવાના પહેલાં થાયછે અને તેને ઉત્પન્ન કરેછે તે આવતા પ્રકરણમાં કહેવામાં આવશે. મોટા ભૂકંપ બહુ નાશકારક છે, વિશેષે કરીને ઇમારતોને; નાના આચકાથી તેઓમાં ફાટ પડેછે, અને થંભ લીટીમાંથી ખસેછે, અને ભારે આચકા આવેછે ત્યારે તેઓ તૂટી પડી ખંડેર બનેછે.

અર્વાચીન કાળમાં બહુ વિનાશકારી ભૂકંપ થયાછે તેમાંનો એક તા૦ ૧ લી નવેમ્બર સને ૧૭૫૫ માં લિસ્બોનમાં બન્યો. વરસાદ ગાજેછે તેવી ગર્જના જમીનની અંદર થઈ; ને તુર્ત ભારે આચકો લાગવાથી શહેરનો મોટો ભાગ પડી ગયો. છ મિનિટમાં સાઠ હજાર માણસ મરી ગયાં. ભૂકંપથી મહા પ્રચંડ મોજું સાગરમાં ઉત્પન્ન થયું તેના ધશી આવવાથી વિનાશમાં વધારો થયો; પ્રથમ પાણી હઠી ગયાં ને નદીનું બારૂં

ફોરી પડ્યું; ત્યાર પછી પાણી પાછું ધસી આવ્યું! તેની ઊંચાઈ અસલ સાધારણ સપાટીથી ૫૦ ફુટ વધારે હતી. હમ્બોલ્ટની ગણતરી પ્રમાણે આ ભૂકંપનો આચકો યુરોપથી ચાર ગણા વિસ્તારના ક્ષેત્રફળપર જણાયો હતો, પરંતુ લિસ્બોનમાં જેટલું જબરૂં બળ તેણે દાખવ્યું તેટલું બીજે કોઇ ઠેકાણે ન હતું.

સાર.—ઉપર જે બનાવોનું વર્ણન કર્યું તેઓનું ઉત્પત્તિસ્થાન પૃથ્વીની અંદરના ભાગમાં છે; અને તે ઉત્પન્ન કરનાર ઉષ્ણતા છે. એ ઉષ્ણતા નિઃસંશય એટલી બધી છે કે પૃષ્ઠના ઘન ખડકનું (અને મહાસાગરોનું) બહુ જબરૂં દબાણ ન હોત તો સર્વ વસ્તુ પીગળેલો રસ હોત; તેમ એ દબાણ પણ એટલું બધું છે કે અંદર એ પુષ્કળ ગરમી ન હોત તો સર્વ વસ્તુ ભચરડાઇને તાંબા કે સીસા કરતાં વધારે ઘાડી અને ભારે ઘનરૂપ બની જાત. પૃથ્વીની માંહેના ભાગની વાસ્તવિક અવસ્થા કેવી છે તે જાણવામાં નથી આવી. પરંતુ હાલના અતિપ્રવીણ સૃષ્ટિવેત્તાઓનું મત એવું છે કે સામટે મેળે લેતાં પૃથ્વી ઘણા કઠણ પદાર્થનો જથો છે; કેમકે એવું ગણવામાં આવ્યુંછે કે જો એમ ન હોત તો સાગરની ગોડે ઘન પૃથ્વીમાં ભરતી ઓટ થાત, પણ નિરીક્ષાપરથી જણાયું છે કે તેમ થતું નથી.

પૃથ્વીની માંહેનો ભાગ ઘણો તપેલોછે એ તો જ્વાળામુખીઓથી અને ઊનાં ઝરણથી સિદ્ધ થાયછે, અને એથી વધારે મોટો પુરાવો એ છે કે ઊંડી ખાણ કે કૂવા ખોદવામાં આવેછે ત્યારે જેમ વધારે ઊંડું ખોદેછે તેમ નિયમિત વધારે ગરમ ભૂમિ આવતી જાયછે.

પૃથ્વીની અંદરના ભાગમાં એ ઉષ્ણતા ક્યાંથી આવી તે ખરેખરા અનુભવ ઉપરથી કહી શકાતું નથી. આ સૈકાના આરંભમાં થઈ ગયેલા ફોરિએર નામે ફ્રેંચ ગણિતશાસ્ત્રીએ સાબિત કર્યું છે કે એ અંદરની ગરમી સૂરજથી મળી શકે નહિ, કેમકે તેમ હોય તો અંદરના ભાગ કરતાં પૃષ્ઠનો ભાગ વધારે તપેલો હોવા જોઇએ તેને બદલે તેથી ઊલટું છે. જેમ ઊંડા

જઈએ છીએ તેમ તાપ વધારે માલૂમ પડેછે. એનો સંભવિત ખુલાસો માત્ર એટલોજ છે કે એ ઉષ્ણતા મૂળની છે, અને પૃથ્વીનો હાલનો આકાર થયો ત્યારથી તે ત્યાં છે. એવું ધારવામાં આવ્યુંછે કે મપાય નહિ એટલા દૂરના વખતમાં, પ્રાણીની વસ્તી થયાની બહુ પહેલાં આ ભૂગોળ અતિ પ્રવાહી હતો, અથવા વાયુરૂપ હતો, કાંઈક સૂરજના જેવો પણ તેથી નાનો, અને અગણિત યુગો જતાં ટાઢો પડી હાલની સ્થિતિમાં આવ્યો. હજીએ શીતળ થતો જાયછે; કેમકે સૂરજમાંથી જેટલી ગરમી પૃષ્ઠ ઉપર આવેછે તેથી વધારે ગરમી અવકાશમાં જાયછે; પરંતુ ઉષ્ણતાનો એ ઘટારો ઘણો ધીમો છે; હજી બીજાં લાખો વરસસૂધી ગરમીના એ ઘટારાનાં પરિણામ એપર વસનારાના જાણવામાં આવશે નહિ. પર્વતો ઉત્પન્ન થવાનું તથા આ પ્રકરણમાં વર્ણવેલા જ્વાળામુખીઓનું તથા ભૂમિનું ઊંચું નીચું થવાનું કારણ એ ઠર્યુંછે એ વાત આવતા પ્રકરણમાં સમજાવવામાં આવશે.

પ્રકરણ ૬ ઠું.

ગિરિમાળા.

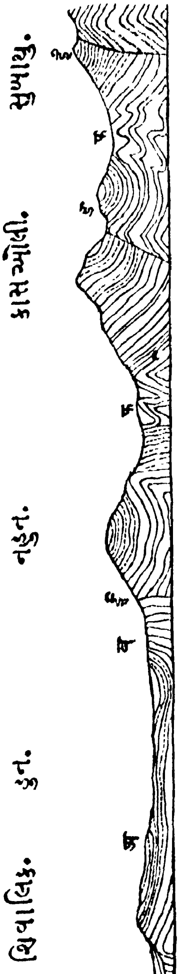
પર્વતોનો જ્વાળામુખી નામે વર્ગ છે તેવિષે ગયા પ્રકરણમાં કહેવામાં આવ્યું. પૃથ્વીના અંદરના ભાગ લગી ઉતરેલા બાકામાંથી પાષાણ રૂપી પદાર્થ નીકળી ઢગલો થાયછે તે જ્વાળામુખી પર્વત કહેવાયછે; અને એથીજ તેઓ ઘણું કરીને શંકુ આકારે હોયછે. આઈસ્લાંડ, આઝોર અને કાનરી દ્વીપોમાં છે તેમ જ્વાળામુખી ડુંગરો કોઈ ઠેકાણે ટોળાંબંધ હોયછે, પણ જાવા અને આન્ડિસમાં છે તેમ તેઓની લાંબી હારબંધ રચના વધારે જોવામાં આવેછે; અને એમ હારબંધ હોયછે ત્યારે તેઓ કોઈ થોડી ઘણી લંબાયલી ગિરિમાળાને બહુધા જોડાયલા હોયછે. ઘણીક ગિરિમાળામાં ચાલતા જ્વાળામુખી નથી, (ભરતખંડની ગિરિમાળાઓમાં જ્વાળામુખી નથી અને યૂરોપ-

ના આલ્પ્સ અને પિરીનીસમાં પણ નથી) તોપણ કોઈ ઠામે તેઓ સ્પષ્ટ જોડાયલા હોયછે. હિમાલય જેવા પર્વતોમાં જ્વાળામુખીના શંકુ નથી, તોપણ આગ્નેય રૉકના ઢગ ઘણે સ્થળે હોયછે; એપરથી માલૂમ પડેછે કે કોઈકાળે ત્યાં જ્વાળામુખીની ક્રિયા ચાલેલી; વળી ત્યાં ઊનાં ઝરણ છે અને વખતે ધરતીકંપ થાયછે તે સાક્ષી આપેછે કે જે બળ પૂર્વે જોરમાં હતું તે નરમ પડ્યું છે, તથાપિ સમૂળગું ક્ષય પામ્યું નથી.

હિમાલય, કે પશ્ચિમ ઘાટ (સિંહાદ્રિ) કે ગારો, ખાશી, અને પૂર્વ બંગાળાના જયંત્ય ડુંગરો, કે ઇરાવદી અને બંગાળી ઉપસાગરની વચ્ચે આવેલા આરાકાન યોમાના ડુંગરા જેમણે દીઠા હશે તેઓના સમજવામાં ગિરિમાળાનો અર્થ આવશે; અને એથી નાના રાજમહાલ ડુંગરો કે મોંઘીર સૂધી આવી લાગેલા કરકપુરના ડુંગરો છે તેઓપણ ઉદાહરણ દાખલ ચાલશે. ગિરિમાળા એટલે ઊંચી અને અસપાટ જમીન, જે ઘણું કરીને લંબાઈથી પહોળાઈમાં વધારે હોયછે, અને જેમાં તેના લાંબા આંસને તથા અરસ્પરસ સમાન્તર ટેકરાની એક અથવા વધારે હારો હોયછે; અને તે હારોમાંથી તેમને ઓછે વધતે કાટખૂણે બીજી હારો ફૂટેછે; એમાંની પ્રત્યેક જોડીની વચ્ચે એટલે દર બે હારને વચગાળે ખીણ હોયછે અને તેમાં વહેળો કે નદી હોયછે તે તેઓને પડએથી વહી આવતાં પાહાણાને લેઈ જાયછે, અને તેના વહેણથી ખીણને સદા ઊંડી કરેછે. રેતી અને માટીને રૂપે પર્વતોના ભેરણને તે ઘસડી જાયછે; અને તળેટીએ આવેલા નીચા સપાટ પ્રદેશપર તેને પાથરેછે, અથવા વેગળે લઈ જઈ કોઈ સમુદ્રને તળીએ મૂકેછે.

પર્વતની હાર શી રીતે બને તે સમજવાને સિમલાને જે હારપર બાંધ્યું છે તેના કેટલાક ભાગની રચના તપાશીએ. પર્વતની રચનાનો એ ઠીક નમૂનો છે. મોટા રેલવેને સારૂ ડુંગર કાપેછે તેથી ધારો કે સુબાથુની ઉપર શિવાલિકના બહારના

ઢાળથી બીજા ડુંગર લગી કાપ મૂકયો છે તો પાસેના ચિત્રને



આકૃતિ ૭ મી.—સમજા ડુંગરાની હારનો ઉભડક કાપ.

ઘણો મળતો આવશે.[1] તુરત ઓળખાય છે કે ૪ થા પ્રકરણમાં જે રૉકની બનાવટ સમજાવી છે તે જાતના એ જળમળ રૉક છે. પણ પ્રથમ સમુદ્રને તળીએ પથરાયા ત્યારે જે સપાટ થઇ હતા તેનો દેખાવ હવણા કેવો બદલાઇ ગયો છે. અ આગળનો ભાગ શિવાલિક ડુંગરામાં થઇને જાય છે ત્યાં એ પડો માત્ર ઊંચકાયાં છે અને સહજ ઢાળ પડતાં છે; આગળ જમણે હાથે ડુનપર થઇને પર્વતમાં જઇએ છીએ ત્યાં તેઓ ઊભાં અને મરડાયલાં છે; કઠણ જાડા ખડક ન હોતાં જાણે તેઓ કાપડ કે બીજા કોઇ નરમ વળે એવા પદાર્થના પડ હોયને; જે પડો ક્ષિતિજસમસૂત્ર હતાં તેઓ બ આગળ લંબ ઊભાં છે; ડ અને ઇ આગળ આડાં તૂટીને સ્થાનાંતર થયાં છે; તૂટની એક બાજૂના રૉક હજારો ફુટ ગયા છે; અને ફ આગળ તેઓ કચરાઇ જઇ પાસે પાસે ભચરડાયાં છે; ચોપડીને પાનાંની કોરો ભણીથી ભારે દબાણ કર્યાથી પાનાં મરડાઇ જાય તેમ રૉક ત્યાં મરડાયા છે. આ બધા વેળુપાષાણ અને માટીનાં પડ (હાલ ઘાડો કઠણ ખડક બનેલાં છે તેઓ) આગળ

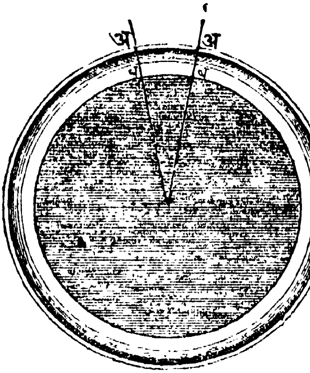
---

1 ભરતખંડની ભૂસ્તર તપાસના ગ્રંથના ૩ જા પુસ્તકમાં હ. બ. મેડિલકોટના રિપોર્ટપરથી ચિત્ર લીધું છે અને તેમાં સમુદ્રની સપાટી સૂધીની વિગત ઉમેરી છે.

હતાં તેમ ફરીને સપાટ પથરાય તો (સુબાથુની ઉપર) ડુન અને બોજની વચ્ચે છેટું છે તેથી બમણી જગા રેાકાવાનો સંભવ છે. અને આખા હિમાલયમાં સોએક મૈલસૂધી એ કાપને વધારીએ અને ત્યાંથી આગળ તિબેટમાં થઈ ગોબીના રણલગી લઈ જઈએ તો એમ કચડાવાનો તથા વાંકાંચૂંકાં થવાનો વધારે પુરાવો મળતો જાય. જે બળનું આ કૃત્ય છે તેની આગળ જબરામાં જબરા નોંધાયલા ભૂકંપનું બળ કાંઈ લેખામાં નથી— સ્વાભાવિક ઉત્પાતની નોંધ માણસે કરવા માંડીછે ત્યારથી પૃથ્વી-ના ઘન પોપડામાં અહિં જોવામાં આવેછે તેવા મોટા ફેરફાર થતા જણાયા નથી. તોપણ ભૂસ્તરવિદ્યામાં આ બનાવ પ્રાચીન નથી; તેઓ ઘણા આધુનિક છે. એજ રૉકમાં હાથીનાં હાડકાં અને બીજી જનાવરોની જાતોનાં હાડકાં દટાયલાં છે. એ બીજી જાતો લય પામી છે, તથાપિ તેઓ પૃથ્વીની ઉપરના આપણી પાસેના યુગોમાં થઈ ગઈછે; કદાચ માણસના જોવામાં તેઓ આવ્યાં હશે; એમ હશે તો તેઓ પુરાણ કથા કાળની બહુ પૂર્વે હશે.

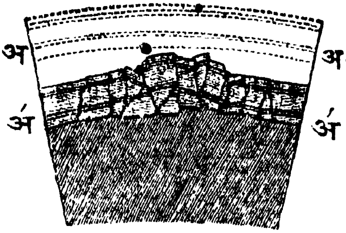
માટે આ ફેરફાર શાથી થયા તે જાણવું હોય તો તેની ખોળ ઈતિહાસમાં કરવી નહિ, કોઈ બીજી વિદ્યામાં તેની ખોળ કરવી. એવા વિકાર કરી શકે એવી સૃષ્ટિમાં કેઈ શકિત છે તેની શોધ કરવી જોઈએ; અને એ શકિત જડયાપછી તપાસ કરવી કે જે પરિણામનું ઉત્પત્તિ કારણ શોધીએ છીએ તે પરિણામ એ શકિતની જણાયલી કરણીપરથી નીપજી શકે કે નહિ.

એવી શકિત પૃથ્વીના ગુરૂત્વાકર્ષણમાં છે—અર્થાત્ પૃથ્વીના પ્રત્યેક ભાગને મધ્યબિંદુ ભણી ખેંચનારી જે શકિત તેમાં એવું બળ છે. આપણે એમ ધારીએ કે કોઈ કારણથી ધરતીનો માંહેનો ભાગ સંકોચાઈ ગયો, અને તેથી બહારના ઘન થરને (જે થર પૃથ્વીની ઉપરનું કાચલું છે તેને) આધાર આપતો બંધ પડયો. આ વિચારને સ્પષ્ટ કરવાને ધારીએ કે પૃથ્વીને સરખે ભાગે ચીરીછે અને તેના એક ફાડચાનું ચિત્ર નીચે પ્રમાણે છે.

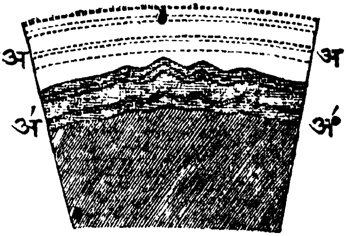


આકૃતિ ૧૦ મી.

એમાં અ અં ઉપરનું કોચલું છે અને વ વ એની અંદર રહેલું છે તે છે. હવે ધારો કે કોઈ કારણથી (જેનો નિશ્ચય હવે પછી કરવામાં આવશે તેથી) અંદરનો પદાર્થ સંકોચાઈ કાળા ભાગની જગામાં સમાઈ જાયછે, અને કોચલું એમ સંકોચાતું નથી અથવા એટલું સંકોચાતું નથી. એમ થાય તો કોચલાને ટેકો રહે નહિ; હવે તેણે પણ ગુરૂત્વાકર્ષણની સત્તાથી માંહેના ગરના નાના થયેલા કદ પ્રમાણે નાના થવું જોઈએ, ને તેમ થવાને તેનું પૃષ્ઠ નાનું થવું જોઈએ. ૧૧ મી અને ૧૨ મી આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે પૃષ્ઠનું નાનું થવું થશે. કોચલાનો અને અંદરના ગરનો થોડો ભાગ એ બે ચિત્રો દેખાડેછે. નાના કકડાની બનેલી અ અ લીટીઓ અસલની સ્થિતિ દેખાડેછે અને ઘન લીટીઓ અં અં તેમની પછીથી થયેલી હાલત જણાવેછે. આકૃતિપરથી સ્પષ્ટ માલૂમ પડેછે કે કોચલાનો અ અ ભાગ, અં અં ની સાંકડી જગામાં કોઈ પ્રકારે સંકોચાવો જોઈએ; અને તેમ થતાં તે તૂટે અને તૂટેલામાંનો કેટલોક ભાગ ૧૧ મી આકૃતિમાં ચિતર્યું છે તેમ બાકીનાથી ઊંચો ચઢે; અથવા વળે એવો હોય તો ૧૨ મી આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે વાંકોચૂંકો થઈ જાય. અતિ સંભવિત એ છે કે કોઈ ભાગ તૂટે અને કોઈ સ્થળાન્તર થાય. હવે આપણે ૯ મી આકૃતિ ફરીને જોઈએ.



આકૃતિ ૧૧ મી.



આકૃતિ ૧૨ મી.

૧૧ મી આકૃતિમાં છે તેજ પ્રકારની તૂટ અને સ્થળાંતર એમાં પણ છે અને વચમાં રહેલા રૉકોને ઓછી થયેલી જગામાં સમાવવું પડ્યાથી વાંકાચૂંકા થવું પડે તેમ તેઓ થએલા છે. ગિરિમાળાનાં સામાન્ય લક્ષણ એવાં છે; માટે ધરણીની માંહેનો વચલો ભાગ સંકોચાઈ જવાથી ઉપરનું પૃષ્ઠ ભાંગી તૂટીને ભચડાઈ જાય તે પ્રમાણે થયુંછે એમ સમજવું પડેછે. પૃથ્વીના પૃષ્ઠના જે વિભાગ ઘણા યુગો લગી સપાટ હતા તે એ-રીતે ઉપર આવ્યા, અને તેના હિમાલય અને આન્ડિસ જેવા ઊંચા પર્વતો થયા. વળી આમ ભચડાવાથી અને વાંકા થવાથી એ રૉકોનાં લક્ષણમાં મોટો ફેર પડ્યો—૪ થા પ્રકરણમાં રૉકોનું રૂપાન્તર થવું સમજાવ્યુંછે તે એથી થયું. એ દબાણથી તેઓ એટલા તપ્યા કે નરમ થઈ કેટલેક દરજે ઓગળ્યા; અને પાછા ટાઢા પડ્યા તેવારે ઘણા કઠણ, સંગીન અને અપૂર્ણ સ્ફાટિક થયા. ઉદક રૉકનાં સ્પષ્ટ લક્ષણ હિમાલયમાં તો માત્ર પડખે રહ્યાં છે—દક્ષિણે ગંગાના પ્રદેશની પાસે, અને ઉત્તરે સ્પિતિ અને સતલજની ખીણોમાં માત્ર પાણીથી બનેલાનાં ચિન્હો ચોખ્ખાં દેખાય છે. વચ્ચેનો મોટો જથો, બરફથી ઢંકાયલાં ઊંચાંમાં ઊંચાં શિખરો સુદ્ધાંત રૂપાંતર અપૂર્ણ સ્ફાટિક છે, અને આલ્પ્સ, આંડિસ, તથા બીજી મોટી મોટી ગિરિમાળામાં પણ એમજ છે. કોઈ કોઈ ઠામે તૂટેલા અને મરડાયલા નીસને ફોડી માગ પાડી ગ્રાનિટ અને બીજા તેની જાતના રૉક ઉપર

આવ્યાછે તે ૧.૨થી જણાય છે કે ત્યાં પાણીની મદદથી અગ્નિ તેમને ગાળી શકયો છે. બીજાં સ્થળોમાં આગ્નેય રૉક અંદર ઘૂસ્યાછે તેઓ પણ એજ ક્રિયા થયાનો પુરાવો આપેછે.

વિપરીત જેવું દેખાયછે, તથાપિ પહાડોની રચના ઉપરથી સિદ્ધ થાયછે કે તેઓ કચડાવાથી બન્યાછે; પૃષ્ઠના કેટલાક ભાગને ઓછી જગામાં ભચડાવાની જરૂર પડવાથી જે માયો નહિ તે સામાન્ય સપાટીની ઉપર આવ્યો. કચડાવાનું જોર અને જેટલા પ્રદેશપર તેની અસર થાય તે પ્રમાણે ડુંગરોની એક કે અનેક સમાન્તર હારો બને. હિમાલયમાં ઘણી સમાન્તર હારો છે. વધારે ઊંચી તિબેટની ભૂમિની તેઓ દક્ષિણ કોર છે. એવું નહિ ધારવું કે જે મોટી ગતિઓથી એવા પહાડ ઉત્પન્ન થાયછે તેઓ એકદમ થયેલી. હિમાલયનું ઉદાહરણ લેતાં સાબિત કરી આપી શકાય કે ઘણા કાળને અંતરે તેઓ ફરીફરીને થયાં કરીછે; તેણે કરીને પ્રથમના પર્વતોના ઘસારાથી જળમળ પડો બન્યાં તેઓ પંડે પાછળની ગતિઓથી ઊંચકાયાં અને મરડાયાં. આલ્પ્સમાં પણ એમજ બન્યુંછે, અને સંભવિત છે કે બીજી મોટી ગિરિમાળામાં એજ પ્રમાણે થયેલું. આવતા અને ત્યાર પછીનાં પ્રકરણોમાં તેઓના ઘસાઈ જવાવિષે વધારે કહેવામાં આવશે; હવણા વર્ણવવામાં આવી તેવી કૃતિથી તૂટેલા જથા બનેલા તેવારે તેઓનો દેખાવ હશે તે એ ઘસારાથી બદલાઈ ગયોછે.

પૃથ્વીના સંકોચાવાથી પર્વતો બન્યાછે એવું કહેવામાં આપણે અત્યારસૂધી એ સંકોચાવું માત્ર માની લીધું છે, તો હવે એ સંકોચનનું કારણ શોધીએ; એટલું ધ્યાનમાં રાખવું કે એ સંકોચન શાથી થાય તેનીજ માત્ર આપણે તજવીજ કરવીછે; એનું ઉપર કહ્યું તેવું પરિણામ થવાને માટે તે અસમાન થવું જોઈએ અને પૃષ્ઠ કરતાં પેટું વધારે સંકોચાવું જોઈએ. વર્ણનમાં અને ૧૦ મી, ૧૧ મી અને ૧૨ મી આકૃતિઓમાં સ્પષ્ટતાને અર્થે ધારવામાં આવ્યું છે કે બહારનું કોચલું અંદરના

દ્રવ્યથી કેવળ જુદું છે. અને તે બધું દ્રવ્ય એકે વખતે જોડે સંકોચાય છે તેથી કોચલું તેનાથી છૂટું પડેછે અને વગર સંકોચાયલું રહેછે; અને પછી કોચલાની ભાંગવાની અને અંદર પડવાની ક્રિયા નોખી અને સ્વતંત્ર થાયછે. પણ એપ્રમાણે થઇ શકે નહિ. આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે કોચલું એક ક્ષણ પણ નિરાધાર રહી શકે નહિ; અંદરનું દ્રવ્ય સંકોચાય તેની જોડેજ તેને સંકોચાવું જોઇએ. પણ પરિણામ તો તેનું તેજ થાય.

અસમાન સંકોચન કરી શકે એવું માત્ર એક કારણ જાણવામાં આવ્યું છે. એ કારણ ગયા પ્રકરણને અંતે કહ્યું છે. ઉષ્ણતાનું અસમાન ઓછું થવું, તેજ એ કારણ છે. પદાર્થનું ટાઢા પડવાનું પ્રદર્શન લુવારની દુકાને થઇ શકે. જે પૈડાને વાટ ચડાવવી હોયછે તેને વાટથી જરા નાનું કરેછે. વાટને છાણાંના તાપથી તપાવેછે એટલે તે મોટી થાયછે તેથી તેમાં પૈડું માયછે. પૈડાપર ચડાવી તરત તેપર ટાઢું પાણી રેડી તેને ટાઢી પાડેછે એટલે સંકોચાઇને પાછી નાની થઇ પૈડાને સજડ બેસતી આવેછે અને તેના સર્વ ભાગને ભચડીને મજબૂત બેસતા કરેછે. લગભગ બધી વસ્તુઓ એમ તાપથી વિસ્તાર પામેછે અને શીતળ થવાથી સંકોચાય છે; થોડીનેજ એમ નથી થતું. વાસ્તે જો એમ બતાવી શકાય કે પૃથ્વીની અંદરનો ભાગ ટાઢો પડેછે અને પૃષ્ઠની ઉષ્ણતા ઘટતી નથી કે થોડીજ ઘટેછે તો પૃષ્ઠપર થયેલા અને થતા વિકારો થવાને ઉપાધિ જોઇએ તે ઉત્પન્ન થાય.

આપણે અનુભવથી જાણીએ છીએ કે કોઇ એક આખી વસ્તુના ભાગ અસમાન ગરમ થાય તો વધારે તપેલા ભાગમાંથી ઓછા તપેલા ભાગમાં ઉષ્ણતા જાયછે. ધાતુઓમાં (વિશેષે કરીને રૂપામાં અને તાંબામાં) તથા બીજી કેટલીક ચીજોમાં ગરમી ઉતાવળે ફેલાયછે; પણ કેટલાક પદાર્થોમાં એમ ન થતાં ગરમી બહુ ધીમી પ્રસરેછે. લોઢાનો સળીઓ લઇ (તાંબાનો લઇએ તો વધારે સારૂં) તેનો એક છેડો દેવતામાં મૂકીશું તો ગરમી તેમાં ઝટ પ્રસરશે અને તેનો બીજો છેડો પકડી ન શકાય

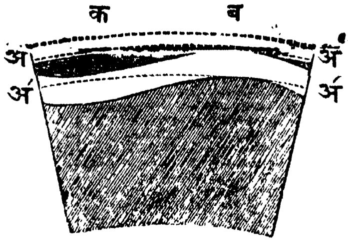
એટલો તપશે. પરંતુ ઇંટો અને માટીનો કે ઇંટો અને ચૂનાનો ચૂલો કે ભઠ્ઠી ચણાવી તેમાં અગ્નિ ઘણા વખત લગી અને ઘણા જોરથી બળી રહે તોજ ઇંટોનો બીજો છેડો અડાય નહિ એટલો ઊનો થાય. એનાં બે કારણ છે; ધાતુમાં ઉષ્ણતા જેટલી ઝડપથી પ્રસરેછે તેથી ઘણી ઓછી ઝડપથી ઇંટોમાં તે ફેલાયછે; અને બીજું કારણ એ કે બહારની બાજૂ વાયુમાં હોવાથી તેમાં ગરમી આવતાં વારને ત્યાંથી નીકળી જાયછે તેથી બહારનું પાસું વાયુથી થોડુંજ વધારે ગરમ રહેછે. પણ તેમાંની એક ઇંટ કાઢી લઈએ તો અંદરનો ભાગ મસ તપેલો માલૂમ પડશે; તેપરથી જણાશે કે ગરમી માંહે પેઠીછે. હવે ભઠ્ઠી અને તેની ભીંતને ઠેકાણે ઘણો તપેલો પૃથ્વીનો ગર્ભ અને તેની ઉપરનું શીત કોચલું લઈએ. ભૂગર્ભની ઉષ્ણતા પૃષ્ઠે આવે અને ત્યાંથી અવકાશમાં પ્રસરે. એથી પૃષ્ઠની ઊનાસ લગભગ એકસરખી રહે. નીચેથી ગરમી આવેછે તે તુરત જતી રહેછે. સૂર્યની ગરમી દિવસે આવેછે તે ન આવતી હોત તો પૃથ્વીનું પૃષ્ઠ એટલું શીતળ હોત કે તેપર કોઈ પ્રાણી જીવી શકત નહિ. સૂરજના તાપથી પૃષ્ઠ કેટલુંક ગરમ રહેછે, પણ એ ગરમી વરસોવરસ, અને હાલ જાણવામાં છે તેપ્રમાણે એક પછી એક સૈકામાં એક સરખી રહેછે, અને ગર્ભની તો સદા ઓછી થવાથી તે ટાઢો પડતો જાયછે.

પર્વતો ઉત્પન્ન કરનારી ઉપાધિઓની ખોળમાં અવલોકન અને કારણને જોડવામાં આવ્યાંછે તેમજ સૃષ્ટિના બીજા બનાવો સમજવાને કરવું યોગ્ય છે. આ તજવીજનો સાર કાઢીએ. ગિરિમાળાની રચના તપાસતાં પ્રથમ એ માલૂમ પડ્યું કે જે ખડકોમાંના ઘણાખરા કોઈ કાળે સાગરને તળીએ સપાટ હતા તેઓ ઊંચા આવી પહાડ થયાછે; બીજું, પર્વતોમાં એ ખડકો મરડાયાછે અને તૂટેલાછે તેપરથી સિદ્ધ થાયછે કે તેઓએ અસલ જેટલી જગ્યા રોકેલી તેથી ઓછી જગ્યામાં ભચડાયાછે. અને તર્ક દેખાડેછે કે નાના ગોળાનું પૃષ્ઠ મોટા ગોળાના પૃષ્ઠથી ઓછું છે તેથી મોટા ગોળાના પૃષ્ઠને નાના ગોળાપર ચાંપી બા-

લીએ તો એવું પરિણામ થાય. પૃથ્વીનો ગર્ભ સંકોચાય અને તેની ઉપરનું કોચલું ન સંકોચાય તો ગુરૂત્વાકર્ષણ તેને નીચેના પ્રમાણે થવાની જરૂર પાડે. અને છેલ્લે ધાતુના તપાવેલા સળીઆને એક છેડેથી બીજે છેડે ગરમી પ્રસરેછે, ને ત્યાંથી વાયુમાં ઊડી જાયછે અને ઘણુંકરીને ટાઢા પડતાં સર્વ પદાર્થ સંકોચાયછે, એપરથી આપણી ખાતરી થાયછે કે પૃથ્વીનો ગર્ભ સંકોચાવોજ જોઇએ, અને બહારનું કોચલું ગરમીથી ન સંકોચાવું જોઈએ, પણ ગુરૂત્વાકર્ષણવડે તે સંકોચાય.

આ સર્વપરથી એમ જણાયછે કે આપણી પૃથ્વી હાલ છે તેથી કોઈ કાળે મોટી હશે, અને કોઈ કાળે નાની થશે. બેશક એમજ છે; પણ એ ફેર બહુ થોડે થોડે પડેછે. એ સંકોચાવાથી પડેલા ચીરા અને થયેલા ટેકરા તે પર્વતો છે; અને બીજી ઉપાધિઓ (જેનું વર્ણન આગળ કરવામાં આવશે) તેઓને ક્ષય કરવાપર લાગેલીછે તેપરથી આપણે અનુમાન કરી શકીએ કે અતિ પ્રાચીન પર્વતો ઘણા વખત પહેલાં ઘસાઇને નાના ડુંગર બની ગયેલા અને ઊંચામાં ઊંચા પહાડ છે તેઓ છેક અર્વાચીન છે. ભૂસ્તરવિદ્યા આપણી ખાતરી કરેછે કે એમજ છે; ૧૦ મા પ્રકરણમાં એનું વર્ણન વિસ્તારીશું.

જમીનનું થોડે થોડે ઊંચું આવવું અને નીચું બેસવું ગયા પ્રકરણમાં વર્ણવેલુંછે તે પર્વતો બનાવનારી ઉપાધિઓથીજ થાયછે. ૧૩ મી આકૃતિમાં અ અ તૂટક લીટી સરખી ઊંડાઇએ પાણીથી ઢંકાયલું પૃષ્ઠ છે એમ ધારો; અને ભૂગર્ભના સંકોચાવાથી અં અં ઓછી જગ્યામાં તેને ભચડાવું પડેછે. રૉકોમાં ઝાઝો ભેદ ન હોય તો તેઓ થોડા ઘણા વળે એવા છે તેથી ઉપલા પોપડાનો આ ભાગ વાંકોચૂંકો ન થતાં કે તૂટી ન જતાં ચિત્રમાં દેખાડ્યુંછે તેમ બેવડો વાંકો થઈ શકે. કોરી જમીન જાણે કોઈ નવા ખંડનો વિભાગ, બ આગળ ઉપર આવશે,



આકૃતિ ૧૩ મી.

અને क આગળ વધારે ઊંડો ખાડ થશે તેમાં બધું પાણી ભરાશે. સાધારણ નિયમ એવો જણાયોછે કે કોઈ ઠેકાણે ભૂમિનો મોટો પ્રદેશ ઊંચો આવેછે ત્યારે તેનાથી ઘણું છેટું ન હોય એવે સ્થળે જમીન નીચી બેસેછે. સ્કાન્ડિનેવિયાનો ઉત્તર ભાગ ઊંચો આવેછે અને દક્ષિણ ભાગ નીચો જાયછે; અને ડાર્વિન નામે વિદ્વાને અનુમાન કરવાને કારણ બતાવ્યાંછે કે પાસિફિક મહાસાગરના જ્વાળામુખી દ્વીપો (ગયા પ્રકરણમાં કહ્યાં તે ન્યૂબ્રિટન, સુલેમાન તથા ન્યૂહેબ્રિડિસ) વખતે થોડા ઊંચા આવેછે; અને તેની પ્રત્યેક બાજૂએ આટોળ અને બારિઅર રીફ નામે પરવાળાંના ટાપુઓ છે તેઓ દર્શાવેછે કે તે ભાગ નીચો ઉતરેછે. ઉત્તરે કારોલૈન દ્વીપો, માર્શલ ટાપુઓ, ઈત્યાદિ, દક્ષિણે લુસિઆડ, ન્યૂકાલિડોનિયા, અને આસ્ટ્રેલિયાની ઈશાનમાં મોટો બારિયર રીફ છે. એથી વધારે પાસે પણ એનું ઉદાહરણ છે. અરબસ્તાનનો પૂર્વ કાંઠો ભૂસ્તરવિદ્યાની કાળ ગણતરીમાં થોડા વખતપર ઊંચો થયોછે; અને એની દક્ષિણે લક્ષદ્વીપ (લાકાદીવ), માલદ્વીપ (માલદીવ) તથા બીજા પરવાળાંના ટાપુઓ છે તેઓ જણાવેછે કે અગાઉ કરતાં ઉત્તર હિંદી મહાસાગર વધારે ઊંડો થયોછે.

પૃથ્વીનું સંકોચાવું અને તેણે કરીને તેના પોપડાનું વાંકાચૂંકા થવું એ જ્વાળામુખીનું ફાટવું અને ગિરિમાળાનું જે સામાન્ય

લક્ષણ તેઓના મધ્યભાગનું રૂપાંતર થવું કેમ ઉત્પન્ન કરેછે તે આ પ્રકરણ પૂરૂં કર્યા પહેલાં સમજાવવું જોઈએ.

ઘણા વખતથી સૃષ્ટિવિદ્યાવેત્તાના જાણવામાં આવ્યુંછે કે હર કોઈ વસ્તુઉપર ઘણું દબાણ થવાથી તે તપેછે. દાક્તર ટિન્ડલે કેટલાંક વરસપર દેખાડયું હતું કે બહુ જબરા ચાંપણથી બરફ પણ ઓગળી જાયછે; મોટા બળવાન શકંજા વાપરનારા સર્વ માણસોના જાણવામાં છે કે ઘણા ભારથી ચંપાયલી ધાતુની જણસો તપી જાયછે. માટે કચરી નાંખે એવા ભારે બળથી પહાડ થયાછે તેણે તેના દબાવાના બળના અને જેટલી જગામાં ખડકો ચંપાયા તેના પ્રમાણમાં ઉષ્ણતા ઉત્પન્ન કરી હશે; ભિન્ન ભિન્ન જાતના પાષાણપર પ્રયોગ કરી દર્શાવ્યુંછે કે ખડકો એથી રૂપાંતર થઈ શકે (તેઓ નીચાણમાં હોવાથી મૂળે વધારે ગરમ તો હશેજ), અને જે ગિરિમાળામાં છેક નીચેના રૉક ઉપર આવ્યાછે તેઓના મધ્યભાગને ગાળી પણ શકે. ગિરિમાળાને મધ્યભાગે રૂપાંતર થયેલા રૉક છે તેનું આ કારણ સંભવેછે.

આ બે પ્રકરણમાં જે કહ્યું તેનો સાર અને તેની શીખામણ સર જાન હર્શલના બોલમાં કહુંછું. તે કહેછે કે અંદરના બળવડે ભૂમિ ઊંચી રહેછે. એ બળ સ્થાનિક છે, અને એ સ્થાન વખતે વખતે બદલાયછે. એ બળનો પ્રકાર અને તેનું આદિકારણ ગમે તે હો, પણ તે વખતે વખતે જ્વાળામુખીના ફાટવામાં અને ધરતીકંપમાં દેખા દેછે; સૃષ્ટિની ગોઠવણમાં એ બે બનાવ કેવળ વિનાશ કરનારાજ છે એવું ન સમજવાને કારણ મળ્યાંછે. જે ઉપાધિનો તેઓ ભાગ છે તે ન હોત તો આજે કોરી જમીન મુદ્દલ રહીજ ન હોત. આગલા વખતના ખંડોના નાશથી બનેલાં તળીઆં કે થશે એજ આપણા હાલના ખંડ છે. અને તેમનું દ્રવ્ય સાગરને તળીએ જઈ ઠરેછે, અને એ પડોને ફોડીને ગ્રાનિટના સમૂહ ઉપર આવેછે તેઓ તેમને ખસેડેછે અને તેઓની રચનામાં વિકાર કરેછે. એ સર્વ ઉપરથી એવું અનુમાન થઈ શકે કે હાલ જેવું જગત્ છે તેવુંજ પૂર્વેનું

હશે તો તેનો નાશ થવાને જોઈએ એટલો વખત ગયોછે અને જોઇએ એટલું બળ વાપરવામાં આવ્યુંછે તેથી જૂની જમીનનો નાશ થાય તેને બદલે નવી ભૂમિ ઉપર આણનાર આ અંદરનું બળ ન હોત તો ઘણા કાળથી કોરી જમીન હોત નહિ.

પ્રકરણ ૭ મું.

બરફ અને ફૂલબરફ.

પૃથ્વીના આકુંચન પામતા પોપડાના અતિભારે દબાણથી જેવારે ગિરિમાળા ઉપર આવેલી તે વેળા તેના ખડકોનું વાંકું-ચૂંકું અને ચીરાડા પડેલું રૂપ હશે તે કોઈ સ્થળે હાલ જોવામાં આવતું નથી. ફૂલબરફથી ઢંકાયલાં શિખરો એવેરેસ્ત, કંચિંજીંગાં, અને ધવલગિરિ—હજી બહુ ઊંચાં છે, તથાપિ હિમે તેઓને ઘસ્યાંછે, અને ઉપર આવ્યાં તે ક્ષણથી તેમણે બંગાળાને માટે, અને સાગરના તળીઆને માટે, માટી, રેતી વગેરે મોકલવા માંડયુંછે. નાશ પામવું અને પાછાં થવું એ આપણાં અને બીજાં પ્રાણીના શરીરનો નિયમ છે તેજ નિર્જીવ ખડકોનો પણ છે. પાછાં થવાવિષે મેં ટૂંકામાં કહ્યુંછે; હવે નાશ થવાવિષે તપાસ કરીએ.

જે ઉપાયથી પર્વતો અને ખંડો ઘસાઈ જઈ નાશ પામેછે તે પાણી અને એક વાયુ (ગ્યાસ) છે; પાણી તેના બરફ, હિમ, ઝરા, નદીઓ અને સાગર એ રૂપોમાં; એક વાતાવરણમાં છે તેને રસાયનશાસ્ત્રમાં કાર્બાન ડિઓકસાઈડ કહેછે અને તે પાણીમાં ઓગળી જાયછે તેવારે તે કાર્બોનિક આસિડ કહેવાયછે. એ એમાં પાણીની અગત્ય વધારે છે; તે બહુ રૂપે કામ કરેછે. પાણીની જોડે હોય અને પાણીમાં પીગળી કાર્બોનિક આસિડ થયો હોયછે ત્યારે વિનાશ કરવાનું કામ એ ગ્યાસ કરેછે. એ બંનેનું વાહન વાતાવરણ છે. સમુદ્રોમાંથી, સરોવરોમાંથી, અને નદીઓમાંથી તથા હરકોઈ ભીની જમીનમાંથી પાણી વરાળ થઈ

વાયુ જોડે જતું રહેછે અને પછી તે વરાળ ટાઢી પડવાથી વાદળાં, વરસાદ, ફૂલબરફ, ઓસ, અને ઝાકળને રૂપે એ પાણી પાછું આવેછે તે બીજા પ્રકરણમાં સમજાવ્યુંછે. વળી એમ જણાવ્યુંછે કે એમાંનું ઘણુંખરું પાણી નદીમાં ભેગું થઈ સમુદ્રમાં પાછું જાયછે. તેના રૂપાંતર થયેલા આકારમાં અને વહેણમાં તે શું કરેછે તેની હવે તજવીજ કરીએ; માર્ગમાં પૃષ્ઠના રૂપમાં ફેરફાર કરવાનું, જે લીલોતરીથી ઢંકાયલુંછે તેને પોષવાનું, અને તેને વસવાજોગ અને રમણિય કરવાનું કામ કરેછે તે દેખાડીશું.

જે વધારે ઊંચા પર્વતોનાં શિખરોપર વાયુમાં ગરમી ઠારબિંદુતુલ્ય કે તેથી ઓછી હોયછે તેપર વાતાવરણની વરાળ એકઠી થઈ ફૂલબરફ રૂપે પડેછે. એ બરફ ઘન છે તેથી વરસાદની પેઠે વહી શકતું નથી; જ્યાં પડેછે ત્યાંજ તે રહેછે, કિંવા પવન તેને ખસેડેછે, તેથી પહાડને પડખેની પોલમાં તેના મોટા ઢગલા થાયછે. એ ઢગલાને સ્વીસ પહાડી લોક નેવે કહેછે. દિવસમાં વખતે તડકો પડવાથી તેનું પૃષ્ઠ બીઘરેછે, અને તે વીઘરેલું પાણી તેજ ઢગલામાં નીચે ઉતરેછે ને પાછું થીજી જાયછે; તેથી વખત જતાં નીચલું ફૂલબરફ તેના ઉપર પડેલાના ભારથી દબાઈ તથા તેમાં ઉતરેલા પાણીના ઠરવાથી કઠણ થઈને નક્કર બરફ (આઇસ, યખ, હિમ) થાયછે. પહાડના ઢાળ ઉપરથી એ નેવે ગુરૂત્વાકર્ષણે કરીને નીચે ઉતરેછે અને ખીણના ઉપલા ભાગમાં એકઠું થઈ અંતે ઘન બરફની નદી બનેછે. એવી નદીને **ગ્લાસિયર** કહેછે. હિમાલય અને આલ્પ્સની સઘળી ઊંચી ખીણો એવા ગ્લાસિયરોથી રોકાયલી રહેછે. એ ગ્લાસીઅરો સેંકડો ફુટ જાડા (ઊંડા) તથા વખતે ઘણા ગાઉ લાંબા હોયછે. તિબેટના પ્રદેશને યાર્કન્દથી જુદા પાડનાર કારાકોરમ નામે પહાડપરથી ઉતરેછે તે ૩૬ મૈલ લાંબો છે અને તે દુનિયામાં લાંબામાં લાંબો છે. આ પ્રચંડ હિમધુનીના બાલ્તોરો નામે વિભાગનું ચિત્ર ૧૪ મી આકૃતિમાં છે.[૧] એ ચિત્રને ડાબે

૧ હિમાલયના આ મોટા ગ્લાસિયરનું ચિત્ર મેજર હ. હ. ગૉડવિન આસ્ટેનની મહેરબાનીથી મને મળ્યું છે. મી. ર. પ. નોબલે મેજર ગૉડવિન આસ્ટેનના અસલ ચિત્રની નકલ ઉતારેલી તેપરથી એ ૧૪ મી આકૃતિ ચિત્રીછે.

હાથે બરફથી ઢંકાયલું શિખર છે તે કારાકોરમનો ભાગ છે. એ શિખરનું નામ ત્રિકોણમિતિની રીતે માપણી કરનાર અધિકારીએ क २ પાડ્યું છે. આજસૂધી માપવામાં આવેલાં શિખરોમાંનું ઊંચાઈમાં બીજે નંબરે એ છે. એની ઊંચાઈ ૨૮,૨૭૮ ફુટ છે. જમણે હાથે શંકુ આકારનું બરફથી ઢંકાયલું શિખર છે તેનું નામ **ગશેરબ્રુમ** છે (અર્થ—સુવર્ણ શિખર). એની ઊંચાઈ ૨૬,૩૭૮ ફુટ છે. ચિત્રપરથી જણાશે કે નાના પુષ્કળ ગ્લાસિયરોના જોડાવાથી મોટો થડનો ગ્લાસિયર બન્યોછે. પ્રત્યેક મોટા નેવેનો જથો એ થડની શાખા છે તે નીચો ઉતરી તેને ભળેછે. જેમ અગણિત નાના વહેળાના એકઠા થવાથી મોટી



આકૃતિ ૧૪ મી. બાલ્તોરો નામે મહાન ગ્લાસિયરનો દેખાવ.

નદી બનેછે તેમજ મોટો ગ્લાસિયર પણ બનેછે. ગ્લાસિયરની શાખાઓની સીમા ઘણા વખત લગી પથરાની હારો અને ડુંગરના મોટા પાહાણાથી પરખાઈ આવેછે. એ હારો અને પાહાણાને **મિડિઅલ મોરેન** કહેછે. શાખાને જુદી પાડનાર

ડુંગરોપરથી તેઓ ઊખડી આવેછે. ડાબી બાજુની શાખાઓ ક ૨ ઢાળપરથી ઊતરેછે તેને પડએ એ જોવામાં આવેછે. એ મોરેનની ઉત્પત્તિ અને અંત વિષે આગળ કહેવામાં આવશે.

ગ્લાસિયરની નીચે ઉતરવાની ગતિનો વેગ વધતા ઓછા ઢાળના પ્રમાણમાં હોયછે; ઢાળ જેમ વધારે ઢળતો તેમ તેની ગતિ ઉતાવળી ને ઢાળ ઓછો તેમ તે ધીમી હોયછે. પડખાંના અને તળિયાના વેગથી મધ્યભાગનો વેગ વધારે હોયછે, કેમકે પડખાં અને તળિયાને પર્વતનું ઘર્ષણ નડેછે. એ બધી બાબતમાં નદીની પેઠે તે ચાલેછે; ભાંગી તૂટીને તથા ફરીથી ઠરી જઈને પાણના વાંક વળામણાદિને એસતો આવેછે. પણ એની ચાલ ઉતાવળી હોઇ શકે નહિ; તે એટલી હળવી છે કે તે જાણવાને બરફમાં લાકડાં ખોસવામાં આવેછે તેઓનું અથવા ગ્લાસિયરના પૃષ્ઠમાં મોટા પાહાણા ઘણીકવાર દટાયલા હોયછે તેઓનો કેટલોક ભાગ પૃષ્ઠથી ઊંચો રહ્યો હોયછે, તેઓના પડખાના ખડક જોડે સ્થળાંતર થવાથી માત્ર તેમની ગતિ પરખાયછે. એ રીતે દાક્તર ટિન્ડાલે યથાર્થ માપ કહાડ્યું તે પરથી જણાયું કે મર ડિ ગ્લેસ નામે સ્વિટ્સર્લાન્ડના એક ગ્લાસિયરની ગતિનો વેગ દરરોજ ૫ ઇંચથી ૩૬ ઇંચ સૂધીનો છે. ત્યાં મોટામાં મોટા ગ્લાસિયરો છે તેમાંનો એ એક છે.

જે ઊંચાં શિખરોપર ગ્લાસિયરો ઉત્પન્ન થાયછે તેઓનો ઘણો ભાગ બરફથી છવાયલો રહેછે, તોપણ કેટલોક ખુલ્લો પણ હોયછે. અહિંતહિં કોઈ ફાટેલો ખડક બરફ વગરનો હોયછે અને તેઉપર હિમ વરસેછે તે તડકાથી ઝટ પીઘરી જાયછે. એમાંનું કેટલુંક પાણી ખડકના ચીરા અને છિદ્રોમાં પેસેછે; અને રાત્રે કે શિયાળામાં તાપ ઓછો હોયછે તેવારે તે ત્યાં ઠરી જાયછે. પાણી કરતાં બરફ વધારે જગા રોકેછે; અને થીજી જતું પાણી ભારે બળથી વિસ્તાર પામેછે. કાનડામાં મેજર વિલિયમ્સે એ વિષે પ્રયોગ કર્યા હતા. લોઢાના પોલા ગોળામાં માય એટલું પાણી ભરી તેઓને મજબૂત દાટા દઈ પાણી ઠરી જાયછે તેથી

વધારે શીતળ હવામાં મૂકવાથી કેટલાકના દાટા બહુ જોરથી ઊડી ઘણે દૂર જઈ પડ્યા, અને કેટલાક ફાટી ગયા. એજ પ્રમાણે ઘણી ઊંચાઈએ આવેલા ખડકો તેમાં ઉતરેલા પાણીના થીજવાથી ફાટેછે ને તેના પોપડા ઊખડી જાયછે. એથી એ શિખરો સોય જેવાં તીણાં દેખાયછે. એવાં શિખરો ૧૪ મી આકૃતિમાં ઠીક દેખાડ્યાંછે. વખતે વખતે નાની ઠીકરીથી ઘર જેવડા મોટા પાહાણા એ પ્રમાણે ખરી ગતિમાન ગ્લાસિયર પર પડેછે. એમ બરફ ઉપર સવારી કરતા તેઓ નીચી સપાટીએ જાયછે; અને આખરે કોઈ આગળ પડતી ટેકરી ઉપર કે વીધરતા ગ્લાસિયરને છેડે કે પડખે થતા ઢગલાપર મૂકાયછે; એવા ઢગલાને છેડાના અને પડખાના મોરેન કહેછે. હિમાલય અને આલ્પસમાં હાલ ગ્લાસિયરો આવેછે તેથી વધારે નીચી સપાટીએ તેઓ જોવામાં આવેછે; એ અને ગ્લાસિયરોની બીજી નિશાનીઓપરથી માલુમ પડેછે કે એ પર્વતોમાં હાલના ગ્લાસિયરોથી પ્રાચીન કાળના ગ્લાસિયરો બહુ વધારે મોટા હતા. સિકીમમાં સમુદ્રની સપાટીથી ૬,૦૦૦ ફુટની ઊંચાઈએ એવા બરફે આણેલા પાહાણા પડ્યાછે; હિમાલયની વાયવ્ય કોણે આવેલી કાંગ્રાખીણમાં ૨,૦૦૦ ફુટની ઊંચાઈએ તેઓ છે; અને મેજર ગૉડવિન આસ્ટિન કહેછે કે નાગા ડુંગરોમાં હાલ ગ્લાસિયર નથી, તોપણ ત્યાં ૪,૦૦૦ ફુટની ઊંચાઈએ એવા પાહાણા છે. હિમાલયના ગ્લાસિયરો હવણા ૧૧,૦૦૦ ફુટથી વધારે નીચા નથી આવતા.

ગ્લાસિયરોમાં ઘસી નાંખવાની મોટી શક્તિ છે. જે ખડકો ઉપર થઇને તેઓ જાયછે તે ગમે એવા કઠણ હોયછે તોપણ ઘસાઈ જઈ લીસા અને ચપટા થાયછે, અને બરફમાં વધારે કઠણ પથરા સજડ દટાયલા હોયછે તેઓ બરફ જોડે ખડકોઉપર જોરથી ઘસડાતા જવાથી ખડકોને ખોતરેછે. એમ ઘસાઈને લીસા થયેલા પૃષ્ઠને રોચેસ મૌટોનીસ કહેછે. પ્રાચીનકાળના ગ્લાસિયરોથી હિમાલયની અને આલ્પ્સની ઘણી ખીણો કોત-

શયલીછે. ગ્લાસિયરોના નીચલા ભાગમાં ભાકાં પડી તેમાંથી પાણી વહેછે તેમાં ખણાયલા ખડકોનો ઘસારો ઝીણી રેતી અને માટીને રૂપે તણાઈ જાયછે. હિમાલયની મોટી નદીઓ અને તેઓને મળનારા મોટા વહેળા હિમવાળા પહાડોમાંથી ઉત્પન્ન થાયછે તેઓ ગ્લાસિયરોમાંથી નીકળેછે; ઉદાહરણ, ગંગોત્રીના ગ્લાસિયરોમાંથી ગંગા, જમ્નોત્રીમાંથી જમના, અને કુંચીંઝુંગા, ચોમિયોમો અને ડોંકિયાના ગ્લાસિયરોમાંથી તિસ્તા અને તેને મળનારી નદીઓ નીકળેછે.

એ તો દેખાઈતુંજ છે કે જે ઠેકાણે સૂરજના તાપથી ઓગળી શકે તેથી વધારે બરફ પડે ત્યાંજ ગ્લાસિયરો થાય; એથી એક શિયાળામાં એકઠું થાય તેનો ઘણો ભાગ બીજા શિયાળા સુધી ટકી રહે અને તે ઉપર શિયાળામાં બીજું ઉમેરાય. હિમાલયના જે દક્ષિણ ઢાળની ઊંચાઈ ૧૬,૦૦૦ ફુટથી વધારે છે ત્યાંજ એવું બનેછે. એથી નીચી ઉંચાઇએ હિમ વરસેછે તે બધું ઊનાળામાં કે ત્યાર પહેલાં વીધરી જઈ નીચલી ખીણોમાં નદીઓ વહેછે તેના પાણીમાં ઉમેરો કરેછે. આખા વરસમાં જે લીટીની ઉપલી મેર હિમ ઓગળતું નથી તેને હિમરેખા કહેછે. હિમાલયના ઉત્તર ઢાળ ઉપર તેની ઊંચાઈ દક્ષિણ ઢાળથી વધારે છે—શુમારે ૨૦,૦૦૦ ફુટ છે. ત્યાં ટાઢ વધારે હોવા છતાં એમ હોવાનું કારણ એ છે કે ઉત્તર ઢાળ અને બરફવાળાં શિખરોની ઉત્તરે આગળ જતાં હિમ ઓછું વરસેછે. જે વરાળનું ફૂલબરફ બનેછે તેને બંગાળી ઉપસાગરમાંથી આવનાર દક્ષિણ પવન લેઈ જાયછે, અને વાયવ્ય હિમાલયમાં અરબી સમુદ્રમાંથી જાયછે; અને તે સઘળી વરાળ કરીને હિમાલયના દક્ષિણ ઢાળપર અને વિશેષે કરીને તેનાં ઊંચાં શિખરોપર વરસાદ કે ફૂલબરફને રૂપે પડેછે. માટે તિબેટ પહોચે ત્યારે પવનમાં બહુ વરાળ બાકી રહેતી નથી; ને તે મધ્ય એશિયા ભણી જેમ આગળ વધેછે તેમ વધારે સૂકો થતો જાયછે. તિબેટ અને ચિનાઈ તાર્તરીમાં બહુજ સૂકવણું હોયછે તેનું કારણ એ છે.

બીજા દેશોમાં જેમ અક્ષાંશ વધારે એટલે વિષુવવૃત્તથી જેમ દૂર તેમ હિમરેખા નીચી હોયછે. આલ્પ્સમાં તે ૮,૫૦૦ ફુટે છે; મધ્ય એશિયાના આલ્તૈમાં ૭,૦૦૦ ફુટે છે; નાર્વેના પર્વતોમાં (ડોફ્રફીલ્ડમાં) ૪,૦૦૦ ફુટે છે; અને વધારે ઉત્તરમાં સ્કાન્ડિનેવિયાના પશ્ચિમ ભાગમાં આટ્લાંટિકનો વરાળ ભરેલો પવન વાયછે ત્યાં ૨,૮૦૦ ફુટપર છે. આ દેશના પહાડી ક્ષેત્રફળના લગભગ ૪,૦૦૦ મૈલ હિમરેખાની ઉપર છે; અને શીતકટિબંધમાં આવેલા સ્પિટ્ઝબર્ગનમાં સાગરની સપાટીલગી સદા બરફ રહેછે.

હિમાલયમાં એકઠું થયેલું બરફ વધી જઈ ગ્લાસિયર રૂપે ઉતરી આવેછે તેમજ સ્પિટ્ઝબર્ગનમાં પણ થાયછે, તથાપિ તેનો છેડો મોરેન થતો નથી. એ શીતળ દેશમાં ગ્લાસિયરો સમુદ્રમાં ઉતરેછે; અને એટલાં ઊંડાં જળમાં હડસેલાયછે કે તે અંતે તૂટી તરતાં દૂર જાયછે. બરફ પાણીથી હલકું છે અને તે ખારા પાણીમાં તરેછે તેવારે જળ પૃષ્ઠથી તેનો એક નવમાંશ ભાગ ઊંચો રહેછે. શીતકટિબંધના ઠંડા પાણીને જે સમુદ્રવહેણો ઉષ્ણકટિબંધભણી આણેછે તેમાં ત્યાંના ગ્લાસિયરોના ડુંગર જેવડા મોટા કડકા તણાઈ જાયછે. બાફિનબેમાંથી આવતાં વહેણમાં એવા બરફના દ્વીપો ન્યૂફોંડલાંડને કિનારે ઘણી વાર તણાઈ આવેછે. પ્રવાહમાં તેઓની ગતિ ધીમી છે, અને તેઓ વધારે ઉષ્ણ હવામાં આવેછે તેમ વીખરતા જાયછે અને તેથી તેઓના આકાર વિચિત્ર બનેછે. એ તરતા બરફને આઇસબર્ગ કહેછે. ઉષ્ણકટિબંધના ગ્લાસિયરની પેઠે શીતકટિબંધમાંથી આવેલા આઈસબર્ગોમાં પણ ખડકના પથરા, મોટા પાહાણા, માટી અને રેતી ત્યાંની જમીનમાંથી ઉખેડી આણેલાં હોયછે. આઇસબર્ગ આસ્તે આસ્તે ઓગળતું જાયછે તેમ તેઓ સાગરને તળીએ જઈ બેસેછે.

ઇંગ્લાંડના વચલા ભાગનાં પરગણાંમાં, આયર્લાંડના પૂર્વ ભાગમાં, ઉત્તરજર્મની અને રૂશિઆના પ્રદેશોમાં ઘણે ઠેકાણે

ઊડી માટી છે તેમાં મોટા પાહાણા દટાયલાછે. તેઓને બોલ્ડર કહેછે, અને તેની માટીને બોલ્ડર ક્લે કહેછે. એ માટી ઉત્પન્ન કેમ થઈ તે પહેલાં ભૂગર્ભવેત્તાના સમજવામાં આવતું નહિ. એ માટીમાં દટાયલા પાહાણા તેની આસપાસના ખડકોની જાતના નથી. અને તેઓ ઘણા વેગળેના પહાડોમાંથી આવેલા જણાયા; ઇંગ્લાંડમાં તેઓ કંબર્લાંડ અને હાઈલાંડના પર્વતોમાંથી આવેલા જણાયા; જર્મની અને રૂશીઆમાં સ્કાન્ડિનેવિયાના વેગળે રહેલા પહાડોમાંના છે; તોપણ તેઓ એવા મોટા અને ભારે છે કે સાધારણ બળથી તેઓ ત્યાં આણી શકાય નહિ; અંતે એ સઘળા પહાડોપર છેક નીચી સપાટી લગી ગ્લાસિયરની અસર જોવામાં આવી; મોરેન, રોચેસમૌટોનીસ અને ખોતરાયલાં પૃષ્ઠ આલ્પ્સ પર છે તેવાંજ ત્યાં છે. આ અવલોકનથી અડચણ મટી ગઈ. બોલ્ડરક્લે સમુદ્ર નીચે બનેલું પડ છે; કેમકે કોઈઠામે જવલે દરિયાઈ છીપ જડેછે. જ્યારે એ પડ બંધાતું હતું ત્યારે ઉત્તર યૂરોપના હેઠલા પ્રદેશો (અને ઉત્તર એશિયાના પણ) સમુદ્ર નીચે હતા; અને હાલ બાફિનબેમાંથી આઈસબર્ગ આવેછે તેવા તે સમુદ્રમાં ઉપર રહેલા પર્વતોમાંથી આવતા, અને તેઓ ઓગળતા તેમ તેઓની માટી અને પાહાણા તળીએ બેસતા. જે સમયમાં આ બન્યું તેને ગ્લાસિયરયુગ કહેછે, અને હાલના યુગની આગળ તે થઈ ગયો.

નવાઈ જેવું, અને આપણા હાલના જ્ઞાનથી ખુલાસો ન કરી શકાય તેવું છતાં સંભવિત છે કે પૃથ્વીના ઈતિહાસમાં ઘણે દૂરને વખતે આપણા વિષુવવૃત્તની પાસે આવેલા ભરતખંડમાં પણ એજ પ્રકારનું કાંઈક બન્યુંછે. રાણીગંજ, છોટાનાગપુર, અને મધ્ય હિંદના જે જળમળ થરોમાં કોયલાનાં પડ છે તેની તળે માટીમાં દટાયલા બોલ્ડરનું પડ છે અને અજબ છે કે તે ગ્રેટબ્રિટનના બોલ્ડર ક્લેને મળતું આવેછે. સને ૧૮૫૬ માં આ મળતાપણું મિસ્તર ડબ્લ્યુ. ટી. બ્લાન્ફોર્ડે જોયું, અને એવી ધારણા બાંધી કે તે બરફની માર્ફતે બન્યુંછે. સને ૧૮૭૨ માં દાક્તર

ઠી. ઓલ્ડહામે એમાંના કેટલાક બોલ્ડર ખોદી કાઢ્યા હતા તેઓ અર્વાચીન ગ્લાસિયરો આણેછે તેનાં જેવા લીસા, આંકાવાળા અને ખોતરાયલા છે. આ જોવા જોગ બોલ્ડરમાંનો એક કલકત્તાના ભૂગર્ભસંગ્રહસ્થાનમાં છે, અને તે સારા સંગ્રહમાં જે પદાર્થો છે તેઓમાં એ કાંઈ થોડો મનોરંજક નથી.

ઊંચા પર્વતો ઉપર અને ધ્રુવની પાસેના પ્રદેશોમાં વરસો વરસ બરફ અને ફૂલબરફ એકઠું થાયછે તેનું વર્ણન અત્યારલગી કર્યું. જે દેશોમાં વાયુનું ઉષ્ણતામાન ઘણા દહાડા કે ઘણાં અઠવાડીઆં સૂધી ઠારબિંદુની નીચે રહેછે ત્યાં પણ બરફ અને ફૂલબરફનો જમાવ થાયછે; કોઈવાર મોટી નદીઓ અને સરોવરો થીજી જઈ તે ઉપર બરફનો થર એવો જાડો ને જબરો બંધાયછે કે કોરી જમીનની પેઠે તેઓ ઉપર માણસ અને વાહન ચાલી શકેછે. શિયાળામાં અમેરિકાનાં સરોવરોમાં બરફ બંધાયછે તેની જાડાઈ કેટલાક ગજ હોયછે. એમાંનું સ્વચ્છ પારદર્શક બરફ વહાણોમાં ભરી વરસોવરસ ભરતખંડમાં પુષ્કળ આણેછે.

કાનડામાં, ઉત્તર યૂરોપમાં, અને ઉત્તર એશિયામાં શિયાળામાં ફૂલબરફ બહુ વરસેછે તેથી ત્યાં ઘણાંક અઠવાડીઆં કે મહીનાના મહીના લગી બરફનાં મોટાં મેદાન દીસેછે; ભોજવૃક્ષવિના બીજાં સઘળાં ઝાડનાં પાદડાં ખરી જાયછે, અને તેઓનાં ડાળાં પાંખડાં વગેરે ફૂલબરફથી છવાઈ જાયછે; અને ભોજપત્રમાં તે એટલું બધું ભરાયછે કે તેના ભારથી વૃક્ષ નમેછે. એશિયાઈ રૂશિયાનો વૃક્ષ વિનાનો બોડો પ્રદેશ હિમથી છવાઈ ભયાનક રણ બનેછે, અને ત્યાં વાવાઝોડું થાયછે ત્યારે કોઈવાર વરસતા ફૂલબરફમાં મુસાફરો દટાઈ જાયછે. પણ વાયુ સારી અવસ્થામાં હોયછે ત્યારે એ બરફથી છવાયલા રણમાં સહેલથી દેશાટન થઈ શકેછે. ફૂલબરફ ટીપાયાથી અને ઠરવાથી કઠણ થાયછે ત્યારે તેનું પૃષ્ઠ લીસું થાયછે; ને તેઉપર ઘીસલાં એટલા વેગથી અને સહેલથી દોડેછે કે બાંધેલી સડક તેની આગળ લેખામાં નથી. એ ઘીસલાંને (પૈડાંને બદલે) લોઢાના પાટાવાળાં

લાકડાં જડેલાં હોયછે તેઓ બરફપર સહેલથી લપસેછે. નદીઓનાં પાણી ઉપરથી ઠરી જઈ સ્વાભાવિક સડક બનેછે. એ સડકની ઉપર ઘીસલાં દોડેછે અને નીચે પાણી વહેછે. બહુજ સખ્ત ટાઢને લીધે વાળવાળાં ચર્મવસ્ત્રથી ખૂબ ઢંકાઈને મુસાફર ઘીસલાંમાં બેસેછે ને એક મુકામેથી બીજે મુકામે ઉતાવળે દોડી જાયછે. ઉતારાના ઓરડાને બેવડી બારીઓ હોયછે, અને તેમાં ચૂલો સદા સળગેલો રહી ઉતારાને ગરમ રાખેછે તેથી આ શીતળ રણમાં પંથીને સુખદાયક મુકામ મળેછે.

વસંત ઋતુમાં ટાઢ ઓછી થતાં હિમ વીધરવા માંડેછે; નદીઓનાં બરફ રૂપી ઢાંકણ પીગળી જઈ તેમાં આસપાસનું વીધરેલું પાણી આવવાથી તેમાં એકદમ પૂર આવેછે તે તેને કાંઠે ઊભરાઈ જઈ આસપાસના ચપટા પ્રદેશને જળમય કરી નાંખેછે. એમ શીતકટિબંધની નીચેના મૂલકમાં તથા સમશીતોષ્ણ દેશોના વધારે ઠંડા દેશોમાં વસંત ઋતુ એ રેલ આવવાનો વખત છે; અને જે જે નદીઓમાં અને વહેળામાં બરફનું પાણી આવેછે તેમાં કેટલેક દરજે એ પ્રમાણે થાયછે. હિંદમાં એનો દાખલો સિંધુ નદ છે. એમાં લગભગ બધું પાણી પહાડોમાંથી આવેછે, અને તે મુખ્યત્વે બરફનું હોયછે.

શીતકટિબંધના પ્રદેશોમાં ભૂમિ હિમથી આચ્છાદિત થયેલી હોયછે એટલુંજ નહિ, પણ વખતે સમુદ્ર પણ ઠરી જાયછે. પરંતુ મીઠા પાણીથી ખારા પાણીને ઠરવાને વધારે ટાઢ જોઈએછે; તેના થીજવાથી બરફ બનેછે તેમાં મીઠું હોતું નથી; ઠરવામાં મીઠું નીકળી જાયછે.

દરિયો, ઊંડાં સરોવરો, અને નદીઓ ઠરેછે તેવારે માત્ર પૃષ્ઠ ઉપર બરફ બનેછે; બહારથી આવેલા આઈસબર્ગ બાદ કરતાં તે ઘણા ગજ ઊંડું હોતું નથી. મીઠા પાણીનાં સરોવરોમાં એમ હોવાનું કારણ પાણીનો એક વિશેષ ગુણ છે. સ્વચ્છ પાણી ઠરવાપર આવેછે ત્યારે તેથી જરા વધારે ઊના પાણીથી તે હલકું હોયછે તેથી તે માનમાં આવેછે ત્યારે ઉપર રહેછે; અને

પાણીમાંથી ઉષ્ણતા બહુ આસ્તે આસ્તે નીકળેછે તેથી ઉપલું પાણી થીજી જતાં લગી તેની નીચેનું વધારે ટાઢું પડતું નથી. એનું પરિણામ એ થાયછે કે સરોવરના પૃષ્ઠ ઉપર બરફનો થર બાઝેછે તેની તળેનું પાણી બાકીના પાણીથી જરા વધારે ગરમ રહેછે, અને પ્રથમ બનેલું બરફનું પડ ઉતાવળે જાડું ન થતાં ધીમે ધીમે થાયછે. નદીમાં એમ બનતું નથી. તેનું પાણી વહેતું હોવાથી તેના ઉપર ઠરેલા બરફના ઉષ્ણમાન જેટલુંજ લગભગ નીચેના પાણીનું હોયછે. વળી બરફથી ઢંકાયલા પાણીની ઘણીક ઉષ્ણતા તેના થીજવાની ક્રિયાની જોડે નીકળી જાયછે; અને ગરમીનું એ નીકળી જવું ઉપલી મેર બંધાયલા બરફને માર્ગે માત્ર થઈ શકેછે. સાગરના જળમાં વળી એથી નોખી રીતે કામ ચાલેછે. આગળ કહેવામાં આવ્યુંછે તેમ મીઠા પાણીથી તેને થીજવાને વધારે ટાઢ જોઈએછે, અને તેનું બરફ વધારે હલકું હોયછે. એથી તે તરેછે, અને સરોવરનું અને નદીનું બરફ ગરમીને જતી અટકાવેછે તેમ એ પણ અટકાવેછે, ને તેથી થીજવાની ક્રિયાને ધીમી પાડેછે. વળી એ ત્રણે સ્થળે ઉપરથી ફૂલબરફ વરસેછે તે વીઘર્યાવિના પૃષ્ઠ ઉપર પડી રહેછે અને નીચેની ઉષ્ણતાને જવામાં વધારે હરકત કરેછે. તેમજ વનસ્પતિથી છવાયલી જમીન ઉપર ફૂલબરફ વરસેછે તે તે વનસ્પતિનું રક્ષણ કરેછે; એમ ઢંકાય નહિ તો ઉપરની હવાની અતિશય શીતળતાથી હિમ પડી વનસ્પતિ નાશ પામે; એ વનસ્પતિને ભૂમિની અંદરથી પણ કેટલીક ગરમી મળેછે. એમ સખ્ત શિયાળામાં હિમ પડવાથી વનસ્પતિ મરી જાય તેને ફૂલબરફનું જાડું ઢાંકણ જીવાડેછે; અને વસંતઋતુમાં સૂરજના તાપથી તે વીઘરેછે તેવારે ઝાડપાલાને નવાં પાંદડાં આવી લીલા લહેર થઈ રહેછે.

ઉપર કહ્યું તેપરથી વાંચનારના સમજવામાં આવશે કે બરફ અને ફૂલબરફની અસર ભરતખંડમાં આપણા જોવામાં ભાગ્યે આવેછે, તોપણ દુનિયા ચલાવવામાં તે મોટું સાધન છે. ઉષ્ણ-

કટિબંધમાં પણ ઊંચા પહાડોપર, અને શીતકટિબંધના નીચા ડુંગરાપર બરફ અને ફૂલબરફ ખડકોનો ક્ષય કરવાની કામમાં સહાય કરેછે; અને ગ્લાસિયર તથા આઇસબર્ગને રૂપે તેઓ ભૂમિના પૃષ્ઠના ઘસારાને નીચલી સપાટીમાં અને સાગરને તળીએ લઇ જાયછે. ફૂલબરફ જ્યારે સંગીન થઇ બરફ બનેછે ત્યારે નાશકારી થાયછે; અથવા શીતળ દેશના ખુલ્લા અરણ્યમાં વટેમાર્ગુ ઉપર બહુજ વરસવાથી તેમને દાટી દેછે ત્યારે વિનાશ કરેછે. એ વિના અને ઘણુંકરીને વનસ્પતિને આચ્છાદન કરીને નાશકારી અતિ ટાઢથી તેને બચાવેછે; અને રસ્તાને લીસા કરેછે તેથી તે ઉપર સાધારણ રસ્તા કરતાં મુસાફરી કરવી સહેલી પડેછે.

પ્રકરણ ૮ મું.

નદીનો ઇતિહાસ.

એક સહજ નિરીક્ષાપરથી પ્રવેશ પ્રકરણમાં દેખાડવામાં આવ્યુંછે કે નદીઓના પાણીની આવક ભૂમિપર વરસાદ વરસેછે તેમાંથી ઉત્પન્ન થાયછે; અને ગયા પ્રકરણમાં ફૂલબરફ અને ગ્લાસિયરોનાં વર્ણન કર્યાં તેપરથી જણાયું કે ઊંચા પર્વતોને મથાળે તથા ઠંડા દેશોમાં ફૂલબરફ વરસેછે તેનું પાણી એમાં ઉમેરો કરેછે; એ બરફ વધારે કે થોડીવાર ઘનરૂપમાં રહ્યા પછી સૂરજનાં કિરણોથી અથવા વસંતઋતુમાં ઊનો વા વાયછે તેવડે વીઘરી જાયછે. હવે આ બાબતનો વિસ્તાર કરીએ; ભિન્ન ભિન્ન પ્રત્યક્ષ અને અપ્રત્યક્ષ રીતે એ પાણી, તેને સમુદ્રમાં લેઇ જનારી નદીઓમાં, એકઠું થાયછે તે, અને નદીઓ પોતાનાં પાત્રો ખોદીને તથા ભૂમિની સામાન્ય સપાટીને છોલીછાલીને તેના રૂપમાં ફેરફાર કરેછે તે તપાશીએ.

પહેલા ઉદાહરણને માટે મહાનદી લેઇએ (ભરતખંડની હરકોઈ મોટી નદીનું ઉદાહરણ ચાલશે). એ નદીમાં ઠંડા અને

બરફવાળા પ્રદેશમાંથી પાણી આવતું નથી તેથી એની સઘળી આવક વરસાદ અને જમીનમાંથી નીકળતાં ઝરણની છે. આ દેશનો હરકોઈ સારો નકશો લો, અને તેમાં એની તથા આમાં ભળનારી નદીઓની અનેક શાખા છે તે જુઓ. કલકત્તાના સર્વેયર જનરલની તરફથી રૂપરેખા નકશો પ્રગટ કરવામાં આવ્યોછે તે વધારે ઠીક પડશે, કેમકે તેમાં સ્થળોનાં નામ ન હોવાથી નદીઓના માર્ગ વધારે સ્પષ્ટ માલૂમ પડેછે. નકશામાં એનું ચિત્ર છે તેપરથી પાંદડાં તોડી નાંખેલું અને જમીનમાંથી કેટલાંક મૂળિયાં ખેંચી કાઢેલું ઝાડ સાંભરી આવેછે. માત્ર તેના માર્ગના એક ભાગમાં થોડે સૂધી બધું પાણી એક પાત્રમાં ભેગું થઈ વહેછે. એ ભાગને આપણા કલ્પિત ઝાડનું થડ ધારીએ. એ ભાગ કટક નગરની ઉપર આવેલોછે. પહાડી મુલકમાં ઉત્પન્ન થઇ પ્રથમ સપાટ પ્રદેશમાં એ ત્યાં દેખા દેછે. એની ઉપલી મેર દૂરસૂધી એ થડનો પત્તો લાગેછે, પણ તે પાસે જેમ આગળ જઈએ છીએ તેમ તે નાનું થતું જાયછે. એને બે પડખે આવેલા મુલકમાંથી વહી આવતી નાની પુષ્કળ નદીઓ તેને મળેછે. એમાંની હરકોઈને તપાશીએ. ઉદાહરણને માટે તિલ નદીને લઈ તેને ઉપલાણે જઈએ તો તેમાં મોટા થડની ગોડે નાના વહેળા ભળ્યાજ જાયછે, ને વૃક્ષની શાખામાં ડાળાં પાંખડાં જેવું દેખાયછે. વળી જુઓ કે તેઓ વહેળામાં કે નદીમાં એકવાર ભળ્યા એટલે ફરીને જુદા પડતા નથી. બધાનું એકત્ર થયેલું જળ આપણે જોવા માંડ્યું તો ત્યાંથી કેટલેક છેટે મુખ્ય થડ લગી એક પાત્રમાંજ વહ્યું જાયછે. એમ ઉપલાણે જોઈને નીચલી મેર જોઈએ. જે સ્થળે કટક નગર છે ત્યાં તેની બે શાખા થાયછે, અને આગળે તેઓમાંથી ઉપશાખા ફૂટેછે. મોટાં થડ જેમ સમુદ્રની થડમાં આવતાં જાયછે તેમ નાનાં થતાં જાયછે. આગલાથી કાંઈક ઊલટું ચિત્ર બનેછે. કાંઈક ઊલટું, છેક ઊલટું નહિ; મુખ્ય થડમાંથી ઉપશાખાઓ નીકળેછે તેઓ બધી સ્વતંત્ર ચાલી જતી નથી. ઘણીક કેટલેક જઈ પાછી મુખ્ય

થડને આવી મળેછે. તેથી આખો ક્રમ લેઇએ તો ઝાડના રૂપથી જાળના આકારને વધારે મળતું દેખાયછે, અને અંતે સમુદ્રમાં ભળનારી શાખાઓની સંખ્યા ઉપલાણે મળનારી નદીઓ અને વહેળાની સંખ્યાથી ઓછી છે. નદીના ઉપલા અને નીચલા ભાગમાં એ પ્રકારનો ભેદ છે. ઉપલા ભાગમાં પાણી બધી બાજુથી વહી એકઠું થાયછે; થોડું થોડું ઘણે સ્થળેથી આવી અંતે એક પાત્રમાં મળેછે. નીચલામાં નદીનું પાણી વીખરાઈ જાયછે, તેની ઘણી શાખાઓ થઈ પાણી વહેંચાઈ જાયછે; અને પૂર આવેછે તેવારે એ શાખાઓમાંથી ઊભરાઈ દેશમાં ચોમેર ઘણે વેગળે લગી ફેલાયછે. એપરથી એ બે ભાગનાં જુદાં નામ પાડયાંછે, પહેલાને પાણી એકઠું કરનાર ભૂમિ કે **ઝીલનાર પાત્ર** કહેછે, અને બીજાને **ભાઠું** કે **ડેલ્ટાભૂમિ** કહેછે. એમાંનું પહેલું વિસ્તારમાં ઘણું કરીને વધારે હોયછે.

નદીનાં લક્ષણના આ ભેદનો આધાર જમીનના સ્વરૂપ ઉપર છે, અને એ ભેદથી તેના સ્વરૂપમાં વિકાર પણ થાયછે. કટકની ઉપલી મેર ડુંગરી જમીન છે અથવા છત્રીસગઢ પ્રાંતમાં છે તેમ જ્યાં ડુંગરા નથી ત્યાં ચઢતા ઉતરતા ઢાળવાળી ભૂમિ છે, કોઈ ઠેકાણે નરી ચપટી જમીન નથી; અને પ્રત્યેક નદી લાંબા નીચાણને તળીએ વહેછે. એ નીચાણને ખીણ કહેછે. ડુંગરામાં ખીણ બહુ સાંકડી હોયછે અને તેની બેઉ બાજૂએ ઊંચી જમીન કે વખતે ખડક હોયછે. કટકની ઉપલી મેર થોડા કોશપર ન્યુરાજ આગળ એ પ્રમાણે છે. કેટલેક ઠેકાણે ડુંગરા દૂર હોયછે અને જમીનનો ઉતરતો ઢાળ થોડો હોઈ અંતે નદીને મળેછે; પરંતુ એક કે બંને કાંઠે થોડો સાંકડો ચપટો પટ્ટો થડમાં હોયછે ને પાણી ચડેછે તેવારે ઢંકાઈ જાયછે, તે ઉપરાંત બાકીના બધા પ્રદેશની ઊંચાઈ રેલનાં પાણીની ઊંચાઇથી વધારે હોયછે. દેશમાં વરસાદ વરસેછે તેના પાણીનો જેટલો ભાગ જમીનમાં ઉતરેછે કે વરાળ થઇ ઊડી જાયછે તે વિના બાકીનું પાણી પાસેના વહેળામાં વહી નદીને મળેછે.

નદીને ખોદનાર ઇંજીનિયર નથી પડે છે. પ્રત્યેક નદીનું પાત્ર તે નદીએજ બનાવેલું હોયછે. અને ઇંજીનિયર ભાઠાની પોચી જમીનમાં નહેર ખોદેછે, તેના કાંઠાના ઢાળ થોડા કરેછે અને પડએ કઠણ ખડકવાળી નહેરના કાંઠાને ઘણા ઢાળવાળા બનાવેછે તે નદીની દેખાદેખી માત્ર કરેછે. પરંતુ ઇંજીનિયર પોતાની બુદ્ધિવડે આગળથી વિચાર કરી સામટેમેળે જે માર્ગ સહેલો પડે અને જેમાં મહેનત ઓછી પડે તે ખોળી કાઢી નહેર ખોદેછે તેમ નદી કરતી નથી. તે તો ગુરૂત્વાકર્ષણને આધારે માત્ર વર્તા તુર્ત્તાતુર્ત્ત સહેલી પડે તે વાટે ઉતરી પડેછે —જે વાટે એકદમ નીચલી સપાટીએ પહોંચાય તે વાટે જાયછે; અને કોઈ વેળા કોઈ નાની અડચણ વચમાં નડવાથી, કોઈ નાનો ડુંગર કે ટેકરા આડે આવવાથી તેની લાંબી પ્રદક્ષિણા કરી પાણીને જવાને ત્યાંથી કેટલેક અંતરે નીચી સપાટી હોય ત્યાં તે વહેછે. એ ઉપરથી એમ નીકળેછે કે નદીઓ હમેશ ઓછો વધતો ચકરાવો કરતી જાયછે. કચ્છ પ્રાંતની બરાક નદી આનું નાનું ઉદાહરણ છે, અને સિંધુ તથા બ્રહ્મપુત્ર મોટાં ઉદાહરણ છે. જેટલી જગામાંથી હર કોઈ નદીમાં પાણી આવેછે તેના વિસ્તારની મર્યાદાને **જળસ્થળ-મર્યાદા** કહેછે; પાસપાસેનાં જળસ્થળો ત્યાં જુદાં પડેછે. ઘણી-કવાર ડુંગરો કે પર્વતોનાં ઊંચાંમાં ઊંચા શિખરોની ઓળ એ મર્યાદા હોયછે, પણ બધે તેમ હોતું નથી. કોઈ ઠેકાણે મોટા પ્રદેશનો ઊંચામાં ઊંચો ભાગ એ મર્યાદા હોયછે. ઉદાહરણ, દિલ્હીની પશ્ચિમે જમના અને સતલજનાં જળસ્થળોને જુદી પાડનાર મર્યાદા એ પ્રકારની છે. સ્પષ્ટ સમજવાને મહાનદીની જળસ્થળમર્યાદાપર જઈએ. કટક નગરની સામે એનો ઉત્તર કાંઠો છે ત્યાંથી શરૂ થતી મર્યાદા, બ્રાહ્મણી નદીમાં પાણી મોકલનાર સ્થળથી જુદી પડી પશ્ચિમ દિશાએ અલ્લટ, ઓંગોળ અને રદકોલના ડુંગરામાં થઈ આગળ જાયછે. ત્યાંથી ઉત્તરે એજ પ્રકારના મુલકમાં થઈ તે છોટાનાગપુરની ઊંચી ભૂમિએ

પહોંચેછે. અહિં તે ઈબ અને બ્રાહ્મણીની વચ્ચે આવી તેમને છૂટી પાડેછે. ઈબ એ મહાનદીની મોટી શાખા છે. આ સરજમીનમાં એ બંને નદીઓનાં મૂળ છે. એ બિંદુથી તે મર્યાદાલીટી પશ્ચિમે એ મૂલકના ઊંચામાં ઊંચા ભાગપર લાગલાગટ ચાલી જાયછે. એની ઉત્તરે આવેલા ઢાળનું પાણી સોન નદીમાં વહેછે. એ ઊંચા પ્રદેશનો અંત સીર્ગુજામાં આવેછે ત્યાંથી નીચી સપાટીએ ઉતરી ઉત્તરે જાયછે ને દક્ષિણે રિવાના પ્રદેશમાં હસ્તો નદીનું મૂળ છે તેની પ્રદક્ષિણા કરી પાછી દક્ષિણમાં આવેછે અને અમરકંટક પહાડપર ચડેછે. ત્યાં ત્રણ નદીઓની જળસ્થળમર્યાદાલીટી મળેછે—ગંગામાં ભળનારી સોન, ખંભાતી અખાતમાં જનારી નર્મદા અને બંગાળી ઉપસાગરમાં વહેતી મહાનદી એ ત્રણ નદીઓની જળસ્થળમર્યાદાલીટી અમરકંટકમાં એકઠી થાયછે. ત્યાંથી મહાનદીની જળસ્થળમર્યાદાલીટી દક્ષિણે મંડળ ડુંગરાપર જાયછે. એ ડુંગરાના આથમણા ઢાળનું પાણી નર્મદામાં ઉતરેછે અથવા ગોદાવરીને મળનારી વેનગંગામાં જાયછે. એ લીટી ત્યાંથી અગ્નિ કોણમાં આવેલા નાગપુર અને છત્રીસગઢની વચ્ચેના પ્રદેશને ઓળંગી બસ્તારની કોરે આવેલા જંગલી ડુંગરી મૂલકમાં પ્રવેશ કરેછે. મહાનદીના થડનું મૂળ અહિં છે; મહાનદીને મળનારી નદીઓમાં મોટામાં મોટી તિલ નદી છે તેને પાણી પૂરૂં પાડનાર ડુંગરા અહિંથી અગ્નિ કોણમાં છે તેમાં થઈ એ લીટી નૈઋત્ય કોણ ભણી આવેલા ડુંગરપર જાયછે. એ ડુંગરા તિલ નદી અને કાંઠે આવેલા નાના વહેળાના પાણીના ઉતારને નોખા પાડેછે. તેઓમાં થઈ એ લીટી પૂર્વમાં વળી મુખ્ય થડની સમાંતર ચાલી આપણે કટકથી આરંભ કર્યો ત્યાં આવી મળેછે.

આ લાંબા ચકરમાં ૪૫,૦૦૦ ચોરસ મૈલનો મૂલક સમાયછે. એમાંનો ઓછામાં ઓછો ત્રણ ચતુર્થાંશ ભાગ પહાડી છે તેમાં ઘણું કરી ખડકો છે અને જંગલો છે; બેડાયલો મોટો પ્રદેશ માત્ર છત્રીસગઢ પ્રાંત છે. આ જળસ્થળનો આકાર નહિ વિખરાયલો અને ગોળ છે તેવો અને એ જળસ્થળનાં એ

લક્ષણ વડે નદીનાં કેટલાંક વિશેષ લક્ષણ ઉત્પન્ન થયાંછે, વિશેષે કરીને તેમાં પૂરનું આવવું; પરંતુ તે કહ્યા પહેલાં એમાં વરસાદ વરસી પાણી પૂરૂં પાડેછે તે પ્રથમ કહેવું જોઇએ.

મહા નદીના જળસ્થળમાં વરસાદ વરસેછે તેના ઘણાખરા ભાગને અરબી સમુદ્રથી આવતો પશ્ચિમનો પવન આણેછે; એ પવન જુનથી સપ્ટેમ્બર સૂધી વાયછે. બંગાળી અખાતમાં-થી થોડાં ઝાપટાં ઊનાળામાં આવેછે; તથા નૈઋત્યથી આવતા વરસાદની રત પૂરી થયે અકટોબર માસમાં પણ તે દિશાએથી વરસાદ આવેછે ને દેશમાં ઘણે લગી પ્રસરેછે; પરંતુ ભારેમાં ભારે વરસાદને નૈઋત્ય કોણમાંથી પશ્ચિમનો પવન લેઈ જાયછે. એ આખા જળસ્થળ જેટલા વિસ્તારમાં એટલે ૪૫,૦૦૦ સ-પાટ ચોરસ મૈલ ભૂમિપર જેટલો વરસાદ એક વરસમાં વરસે તેનું જરાએ પાણીને જવા ન દેતાં બધું એકઠું કરીએ તો એ વિસ્તારપર ચાર ફુટ કે કદાચ પચાસ ઇંચ ઊંડું પાણી પથરાય. આ બિનાને બીજા બોલમાં કહેવાની એવી રીત છે કે એ જળ-સ્થળમાં વરસે સરાસરી પચાસ ઇંચ વરસાદ થાયછે. પરંતુ એ બધું પાણી નદીને માર્ગે વહી જતું નથી. એમાંનુ કેટલુંક વરાળ થઈ પાછું વાતાવરણમાં ઊડી જાયછે. પણ તેનું માપ નીકળી શકતું નથી; અને બીજો કેટલોક ભાગ જમીનમાં ઉતરી મોટાં નાનાં વૃક્ષ ઘાસાદિક વનસ્પતિમાં તેમનાં મૂળિયાં વાટે પેસેછે; એમ વનસ્પતિનો રસ થયેલું પાણી પણ વરાળ થઈ પાંદડાં અને બીજી લીલોત્રીના પૃષ્ઠને માર્ગે વાયુમાં જઈ મળેછે; અને તેમાંના બાકીનાનાં લાકડાં અને પાંદડાં બનેછે. વરસાદનું અર્ધું પાણી કદાચ વરાળ રૂપે ઊડી જાયછે તથા વનસ્પતિમાં શોસાયછે. બાકીનો અર્દ્ધ ભાગ એ રીતે નદીમાં જાયછે. વરસાદથી પલ-ળીને જમીન તર થયા પછી ભારે વરસાદ વરસેછે ત્યારે તેનું પાણી પાસેના વહેળામાં વહી જાયછે અને જોડે માટી, રેતી, ખરી પડેલાં પાંદડાં વગેરેને ઘસડી જાયછે. એથી નદીમાં નવું પાણી આવેછે, ખળકો આવેછે, અને રેલ આવેછે. વરસાદ

ઘણો ભારે હોઈ ઘણા વિસ્તારપર પડેછે તેવારે વહેળાનાં અને નદીનાં પાત્રોમાં પાણી ન માવાથી કાંઠાપર ચઢી આસપાસ પ્રસરેછે; એવું પૂર આવેછે ત્યારે કાંઠા ખોદાઈ જાયછે અને ત્યાંનાં ઝાડ પડી જઈ તણાઇ જાયછે, અને પાણી આગળ વધીને ખેતરોમાં તથા ગામડાંમાં દોડી આવેછે ત્યારે ઘરાં પડી જાયછે તથા જનાવર તણાઇ જાયછે.[1] નાશકારક રેલને માટે મહાનદી પ્રખ્યાત છે. એવાં પૂર આવવાનું કારણ એ કે તેનું જળસ્થળ ડુંગરી અને ખડકોવાળું છે; એ સ્થળના ઘણા ભાગમાં ભારે વરસાદ થાયછે કે તુરત ડુંગરાના ઊંચા ઢાળપરથી નદીમાં પાણી દોડી આવેછે. સને ૧૮૫૫ ના[2] જુલાઈ મહીનામાં મોટું પૂર આવી સાત દિવસ રહ્યું તેવારે એ નદીમાંથી ૭૬૧૭૭૦,૦૦૦૦૦૦૦ ઘન ફુટ અથવા પાંચ ઘન મૈલથી કાંઈક વધારે પાણી વહી ગયું. એના જળસ્થળના ૪૫,૦૦૦ ઓરસ મૈલપર સરખી ઊંડાઈએ એટલા પાણીને રાખ્યું હોય તો તેની ઊંડાઈ ૬૧.૯ ઇંચ થાય, પણ વરસાદ તો એથી વધારે વરસેલો. કપ્તાન હારીસની ગણતરી એવી છે કે (મોસમના સધારણ વરસાદની ઉપરાંત) એકીવારે ભારે વરસાદ ૯ ઇંચ વરસે તો એવી રેલ આવે, પણ એવું સંભવેછે કે એથી ઓછા વરસાદે એવડું પૂર આવી શકે.

આવાં મોટાં પૂર ત્રણ ચાર વરસે આવેછે; પરંતુ વર્ષાઋતુમાં હમેશ એ નદીની વાટે અને એવી સ્થિતિની બીજી નદીઓની વાટે ઘણું જળ વહી જાયછે. વરસના કોરા ભાગમાં, વિશેષે કરીને ફેબ્રુઆરીથી મે સુધીમાં મહાનદીમાં પાણી થોડું હોયછે; તથાપિ તે સમયમાં પણ ૫૦,૦૦૦૦૦૦૦ ઘન ફુટથી વધારે પાણી પ્રતિ દિવસે તેમાંથી વહી જાયછે. એટલું બધું પાણી

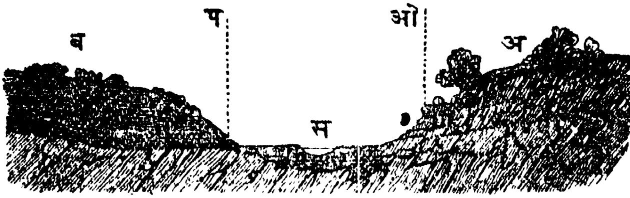
---

૧ સને ૧૮૭૨ ના જુલાઈ મહીનામાં મોટી રેલ આવી હતી ત્યારે કટક આગળથી ઘણાં ઢોર, માણસ, અને હાથીઓ પણ તણાઇ જતાં જોવામાં આવ્યાં હતાં.

૨ આ વરસ અને માસ તથા ક્ષેત્રફળ એશિયાટિક જર્નલના ૩૦ મા પુસ્તકમાં કપ્તાન હારીસે લખેલો વિષય છે તેપરથી લીધાં છે.

ક્યાંથી આવેછે ? એ આર કોરા મહિનામાં એના જળસ્થળના ડુંગરામાં થોડોજ વરસાદ થાયછે; વખતે વાદળાં ચઢી આવી ગર્જના સાથે વરસાદ પડેછે; સંભળપુરમાં એ પ્રમાણે મહીનામાં સરાસરી પૂરૂ એક ઇંચ પાણી એ વરસતું નથી; અને તે કોરી જમીનપર પડવાથી ઘણુંખરૂં તેમાંજ સોસાઈ જતું હશે. પરંતુ એમ જમીનમાં સોસાવાથી સદા વહેણ ચાલુ રહેછે. પૃથ્વની ભૂમિ ગમે એવી કોરી હોય તોપણ નીચે કેટલીક ઊંડાઈએ હમેશ પાણી હોયછે. એ વરસાદના વધારે વાર કે ઓછી વાર વરસવાપર એ ઊંડાણ ઓછું કે વધારે હોયછે. અર્થાત્ જેમ વરસાદ વારે વારે વરસ્યાં કરે તેમ એ ઊંડાણ ઓછું હોય. કઠણ ખડકને પણ કાપેછે તેવારે તેમાં કાંઈક પાણી હોયછે; જે દેશમાંથી મહાનદી વહેછે તેવા હરકોઈ દેશમાં ખાણ કે કૂવો ત્રીસ કે ચાળીસ ફુટ ઊંડો ખોદવામાં આવે તો તેમાં થોડું પાણી બારે માસ ભરેલું રહે. પૃથ્વની ભૂમિમાં વરસાદનું જળ ઉતરી જાયછે ત્યારે ખડકોની ફાટોમાં થઈને હળવે હળવે વધારે નીચે જાયછે. ઘણા ખડકોમાં ફાટ હોયછે. પાણી પેસે એવો છિદ્રાળુ ખડક હોય તો તેનાં છિદ્રોમાં થઈ પાણી હેઠે ઉતરેછે. ઋતુ અને દેશમાં ભેજ હોય તેના પ્રમાણમાં ભિન્ન ભિન્ન નીચાણમાં ભૂમિની અંદર પાણી ભર્યું રહેછે. નીચામાં નીચી ખીણનાં તળિયાં એ નીચાણની સપાટીથી વધારે નીચાં હોયછે ત્યારે બહાર આવવાનો માર્ગ મળે ત્યાં તે થોડું થોડું ઝરેછે; જ્યાં એ માર્ગ મોટો હોય અને આવક પુષ્કળ હોય ત્યાં બાર મહીના ઝરા વહેછે; કોઈ ઠેકાણે માત્ર જમીનમાંથી થોડું થોડું પાણી નીકળેછે.

કોઈ નાની ખીણનું પાણી સ વહેળાની વાટે વહી જાયછે તેના કલ્પેલા કાપનું ચિત્ર નીચેની આકૃતિમાં છે.—એક

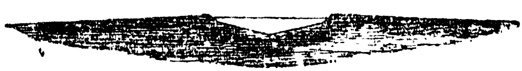


આકૃતિ ૧૫ મી.

પડએ કઠણ ખડકનો બનેલો अ ડુંગર છે. એ ખડક પાણી ઉતરે એવા છિદ્રાળુ નથી, પણ તેમાં ફાટો ઘણી છે તેથી પૃષ્ઠનું પાણી તે ફાટોમાં થઈ નીચે ઉતરી શકેછે. એમ ઉતરેલું પાણી કેટલાક વખત પછી આસ્તે આસ્તે ડુંગરની બાજૂએ ओ આગળ ઝરશે. વહેળાની સપાટીની નજીક ओ સ્થળ છે. અહિં થોડું પાણી સદા ઝર્યાં કરશે. માત્ર અસાધારણ સૂકવણું પડે ત્યારે કદાચ એ ઝરણ બંધ પડે, તે વિના એ સપાટીથી ઊંચેના ખડકમાં હમેશ પાણી હોશે. ભારે વરસાદ થયા પછી આપણે એમ ધારી શકીએ કે ત્રૂટક લીટી र ની સપાટી સૂધી ખડકમાં પાણી રહે; અને પછી કેટલાક વખત લગી સૂકવણું રહે ત્યારે તેમાં ભિજની સપાટી નીચે ड લીટીએ જાય. ખીણને બીજે પડખે ખડક (રૉક) જુદી પ્રકૃતિના છે. ત્યાં ડુંગરના ઉપલા ભાગપર કંકરનું પડ છે; અને તેની નીચે માટીનું પડ છે; એ માટીનું પડ પાણીને અંદર ઉતરી જવાનો માગ આપતું નથી. અહિં વરસાદનું મસ પાણી કંકરના છિદ્રાળુ પડમાં ભરાઈ રહેશે; અને માટીનું પડ क અટકાવેછે તેથી प આગળ તે ધસી આવેછે; એ કંકરનું પડ વિસ્તીર્ણ હોય તો એ ઝરો બારમાસી હોય, અને નાનું હોય તો વરસાદ થયા પછી થોડો વખત વહી પાણી ખૂટવાથી બંધ પડે.

ભરતખંડમાં વરસાદ વરસના થોડા ભાગમાંજ આવેછે, અને બાકીના મહીનામાં ક્વચિત્ માવઠું થાયછે તેઉપર તો મુદ્દલ વરસતો નથી તેથી અહિં આ જમીન નીચેનું ઝરણનું પાણી બહુ ખપનું છે; માટે એ જળનું ઓછું થવું કે બંધ પડવું પ્રજાને હાનિકારક છે. દુર્ભાગ્યે હાલ કેટલાંક વરસોથી આપણાં જંગલોનાં વૃક્ષોનો ઉતાવળે નાશ કરવામાં આવેછે તેથી એ પાણી કમી થતું જાયછે. ઝાડના છાંયડાથી જમીનને સૂરજનો તાપ ઓછો લાગેછે અને તેણે કરીને ઝટ સૂકાઈ જતી નથી. ઝાડનાં તથા બીજી નાની વનસ્પતિ વનમાં ઊગેછે તેનાં મૂળિયાંથી જમીન બંધાયલી રહેછે; એ પ્રમાણે કઠણ થએલી અને છાયા પામતી જમીન વરસાદના પાણીને ચૂશી લેઈ નીચેના ખડકમાં ઉતારેછે. જંગલ કપાઈ જવાથી બાળીને ભસ્મ કરે એવો તડકો તેની ઉપર પડેછે તેથી સૂકાઈ ભગરી બની માટી વરસાદથી ધોવાઈ જાયછે. ઊંચા ઢળતા ખડકપર માટી ઓછી હોયછે ત્યાં એમ ઉતાવળે બનેછે; અને તેમ થયા પછી (માટી ધોવાઈ ગયા કેડે) ત્યાં વૃક્ષ ઊગી શકતાં નથી. પાણી ચૂસનારૂં ખડકનું ઢાંકણ ગયા પછી વરસાદનું પાણી ખડકના કઠણ પૃષ્ઠ ઉપરથી ઝપાટાબંધ વહી જાયછે, તેથી નદીમાં તે વેળા પૂર આવેછે, પણ વૃક્ષોથી આચ્છાદન પામેલા પર્વતોમાં પાણી પચવાથી ઝરણવડે નદીમાં કોરી મોસમમાં પાણીની જે ચાલુ આવક હોયછે તે ઘટી જાયછે. ફ્રાંસના કેટલાક ભાગની, વિશેષે કરીને કોટ-ડી-ઓર નામે વિશાળ પ્રદેશની ભૂમિ એમ અજ્ઞાનપણે જંગલોનો નાશ કરવાથી ઊજડ અને વસાય નહિ તેવી થઈ ગઈછે; અને હિંદમાં પણ એજ કારણથી એ જાતનું થોડું ઘણું નુકસાન નહિ ખમી ચૂકેલા થોડાજ પ્રાંત છે. માટે જંગલોનો સામટો નાશ ન થવા દેવો એ પ્રજાના સુખને માટે અગત્યનું છે. આખું વન કપાઈ ગયા પછી વૃક્ષોને પાછાં ઊગી મોટાં થતાં ઘણા જમાના લાગેછે.

હવે આપણે નદીના નીચલા ભાગપર તેના દ્વીપોપૂર[1] અને તેની શાખાઓપર લક્ષ આપીએ. નદીના આ ભાગનાં અને જે પ્રદેશમાં થઇને વહેછે તેનાં લક્ષણ ઉપર કહ્યાં તેનાથી ઘણાં ભિન્ન છે. તે સપાટ ભૂમિપર ઊતરેછે એટલે તેના પ્રવાહને ખાળો થાયછે; ત્યાં તેનો વહેવાનો ઢાળ એટલો થોડો હોયછે કે તે નજરે પડતો નથી. એથી કરીને રેતી, માટી, વગેરે જે મિશ્રણ તેની ઉપલી મેરના ડુંગરાના ઢાળપરથી તેમાં તણાઇ આવ્યું હોયછે તે જોડે લેઈ જવાની તેનામાં શક્તિ રહેતી નથી, તેથી તે તેને તળીએ બેસવા માંડેછે. વળી આસપાસના પ્રદેશની સપાટી લગભગ તેના પાત્રની સપાટી જેટલી હોયછે તેથી તેનું વહેણ એકજ માર્ગમાં ન રહેતાં તેમાંથી શાખાઓ ફૂટી બહુ માર્ગે તે પ્રદેશપર વહેછે. નદીમાં પૂર આવેછે તેવારે તેના મુખ્ય માર્ગમાં અને તેની શાખાઓમાં પાણી માતું નથી. તેથી કાંઠે ચડી આસપાસની નીચી જમીન ઉપર પ્રસરેછે. એમ થતાં ધ્યાનમાં લેવાજોગ એક બનાવ બનેછે. કાંઠે ચઢતાં વારને વહેણનો વેગ ઓછો થાયછે તેથી વધારે રેતી અને કાંપ નીચે ઠરેછે; અને કાંઠાઉપર એ ઠરવું વધારે થાયછે તેથી પાસેના પ્રદેશની સાધારણ સપાટીથી કાંઠા ઊંચા થાયછે. એવા ભાગનું ચિત્ર નીચે ૧૬ મી આકૃતિમાં દર્શાવ્યુંછે. ખીણ અને તેમાં વહેતા વહેળાનું ચિત્ર ૧૫ મી આકૃતિમાં છે તેનાથી એનો દેખાવ ઘણો ભિન્ન છે. કટકમાં પ્રત્યેક રેલ આવતી અટકાવવાને



આકૃતિ ૧૬ મી.—નદીના ડેલ્ટાનો ભાગ.

કાંઠાને લોકે પૂરી વધારે ઊંચા કર્યાછે. એ પ્રમાણે નથી કર-

[1] એવા દ્વીપને ઇંગ્રેજીમાં ડેલ્ટા કહેછે. કૈરોની નીચલીમેર વહેતી નેલનદીના ભાગને પ્રથમ એ શબ્દ લગાડવામાં આવ્યો હતો. અહિં તેના બે મુખ્ય ફાંટા પડયાછે. એમાંના એકનું નામ ડામિએટાનો ફાંટો અને બીજાનું નામ રોજેટાનો ફાંટો છે. તેમની અને ભૂમધ્ય સમુદ્રની વચ્ચે ચપટી જમીન બનીછે તે રૂપે ત્રિકોણ આકારની હોઇ ગ્રીક અક્ષર ડેલ્ટા Δ ને મળતી છે તેપરથી એ નામ પડયુંછે.

વામાં આવ્યું ત્યાં પણ શાખાઓના કાંઠા આસપાસની જમીનથી ઊંચા છે. ઉદાહરણ, કલકત્તાનું પાણી હુગ્લી નદીમાં ન જતાં જમીનનો સ્વાભાવિક ઢાળ અગર સરોવર ભણી હોવાથી તેમાં વહેછે; અને પૂર્વ બંગાળાના પ્રાંતોમાં નદીઓનાં તીર માણસની મહેનત વડે ઊંચાં કરવામાં આવ્યાં નથી ત્યાં વરસાદથી દેશમાં પૂર આવેછે ત્યારે પણ ઘણું કરીને નદીનાં પાત્રોનાં કાંઠા પાણીની સપાટીથી થોડા ઘણા ઊંચા રહેછે.

મહાનદીની, ગંગાની અને બીજી સઘળી મોટી નદીઓની શાખાઓમાં પાણીની સપાટી આસપાસની જમીનની સપાટીથી ઘણી ઊંચી નથી હોતી. નદીઓમાં રેલ આવેછે તેવારે એ સપાટી ઘણીકવાર વધારે ઊંચી થાયછે; અને એવે પ્રસંગે, ઉપર કહ્યા પ્રમાણે, વચગાળાના નીચા પ્રદેશપર પૂર ફરી વળેછે, અને તેમાંનો કચરો ઠરવાથી તે ઊંચો થાયછે. ઘાડી વસ્તીવાળા ઓઢીઆ (ઓરિસ્સા) ના અને મિદનાપુરના પ્રાંતોમાં જમીન ખેડનાં ખેતરોથી ભરપૂર છે તેઓમાંની નદીઓની રેલ આસપાસ ફેલાય નહિ અને પાણી પાત્રમાંજ વહેતાં રહે માટે કાંઠે બંધ બાંધેલાછે. સાધારણ વરસાદમાં એ બંધોથી ધારેલું પરિણામ થાયછે, પણ તે કેવળ લાભકારક નથી. રેલનું પાણી આસપાસ ફેલાઈ શકતું નથી તેથી નદીમાં તેની સપાટી ઊંચી થાયછે; તેમાંનો કચરો તળીએ ઠરવાથી તળીઆં ઊંચાં થાયછે; અને પૂર કાંઠે ચડી આસપાસ ન ફેલાય માટે બંધને ઊંચા કરવા પડેછે. એથી ઘણે વર્ષે નદીનું સાધારણ વહેણ આસપાસના પ્રદેશથી અને આજુબાજુનાં ગામડાંનાં ઘરાંથી પણ ઊંચું થઈ જાયછે. ઈટાલિની પો નદીમાં એમ બન્યુંછે. એવી નદીમાં અસાધારણ રેલ આવી બંધને તોડે તો સહજ સમજી શકાયછે કે વગર બંધવાળી નદીની એવી રેલથી તે ઘણું વધારે નુકસાન કરે.

મહાનદી અણગમતી રેલોને માટે પ્રખ્યાત છે. વરસાદનું પાણી ઉતાવળે દોડી આવી શકે એવાં તેના જળસ્થળનાં લક્ષણ છે એ ઉપર બતાવવામાં આવ્યુંછે; અને કટક તથા પુરીની

ડાંગરના ક્યારડાવાળી જમીન એથા ઉત્પન્ન થતા જલના પાણીથી ભાગ્યેજ છવાઈ ગયા વગર રહે એ હવે હું દેખાડુંછું. કેટલાંક વરસપર કપ્તાન હારીસે એ નદીની બધી શાખાઓને માપી તેવારે જણાયું કે જેટલું પાણી મોટી રેલમાં આવેછે તેનો આશરે અર્દ્ધભાગ માવા જેટલો માગ તે સર્વેનો મળીને છે. માટે બંધ બાંધેલાછે તેમ છતાં બાકીનું જળ આસપાસના પ્રદેશપર ફેલાવુંજ જોઈએ.

ગંગા અને બ્રહ્મપુત્રની શાખાઓની વચ્ચેની જમીન પાણી-પોચી છે તેપર ઘણા મૈલ સૂધી સમુદ્રના મોટા જુવાળનાં પાણી આવેછે, અને તાડ વગેરે એવાં સ્થળોપર ઊગતી વનસ્પતિથી ભરપૂર છે; કિનારો મૂકી આગળ જતાં સમુદ્રમાં પણ કેટલાક મૈલ લગી ભરતી ઉતરી ગયા પછી રેતીના ટાપુઓ પડેછે; નદીનો કચરો સમુદ્રને તળીએ ઠરવાથી એ ટાપુઓ બન્યાછે. ૪ થા પ્રકરણમાં (૫૮ મે પાને) કહ્યા પ્રમાણે એ જમીન નીચી નહિ ઉતરી જાય તો તેઓ આગળ કોઈ કાળે પાણીપોચા બેટ બનશે, અને હાલનું સુંદરવન હળવે હળવે ઊંચું થઈ વસ્તી કરવાજોગ ભૂમિ થશે. નીચલા બંગાળાનો ઇતિહાસ આજ પ્રકારનો છે. પૂર્વ કાળમાં કોઈ વેળાએ હાલની કલકત્તા, ધાકા, જેસોર, વગેરેની જમીન સમુદ્રનું તળિયું હતું, અને તે સમયની નદીઓનાં મુખમાં બનેલા દ્વીપોપર ઉપર કહ્યું તેમ નદીનો કાંપ ઠરવાથી હળવે હળવે ભૂમિ ઊંચી આવી.

મહાનદીના તથા હિંદના પૂર્વ કિનારાની બીજી નદીઓનાં મુખની ભૂમિ બ્રહ્મપુત્રની ભૂમિની પેઠે આગળ વધતી નથી. મહાનદીની શાખાઓ વચ્ચેનો પ્રદેશ હજી પૂરો બની ચૂક્યો નથી. અદ્યાપિ તે ઊંચો થતો જાયછે એટલુંજ નહિ, પણ એ નદીના કચરાથી ચિલ્કા સરોવર પૂરાતું જાયછે. વેળુ ભૂમિએ જુદો પાડેલો દરિયાનો ભાગ એ સરોવર છે. સુંદરવનની કોરે દરિયા આગળ નીચી જમીન છે તેવી મહાનદીના મુખને અંતે આવી નથી. એ જમીન હવે પછી થનારા દ્વીપોનો પાયો છે.

ત્રિચિનાપલ્લીમાં અને તાંજોરમાં કાવેરી નદીની શાખાઓની વચ્ચે ભૂમિ છે તેવી મહાનદીની શાખાઓની વચ્ચે થવા આવી-છે તે હાલ એટલી ઉંચી થઈછે કે પાણીની સપાટી સદા તેનાથી નીચી રહેછે, અને તે પર કરેલા વાવેતરને મનુષ્યમહેનત વડે પાણી પાવું પડેછે. સામે સમુદ્રમાં જરાએ નવી જમીન બનતી નથી. એ શાખાભૂમિનો વિસ્તાર પૂર્ણ થયોછે. જેટલો કાંપ એ નદી ઘસડી આણેછે તે બધો કિનારે આવેલા સમુદ્રના પ્રવાહમાં તણાઈ જાયછે; શાખાભૂમિના વિસ્તારમાં વધારો ન કરતાં તે સઘળો બંગાળી ઉપસાગરને તળીએ જઈ બેસેછે.

શાખાભૂમિના બનવામાં જમીન અને દરિયાની વચ્ચે ઝઘડો થાયછે. જમીનથી ઘેરાયલા શાંત ઉપસાગરમાં શાખાભૂમિ ઉતાવળે બનેછે. ઊછરતા ઝાડનાં મૂળિયાંની પેઠે શાખાઓ ફેલાયછે ને તે તેઓના ઉપર આવતા કાંઠાથી જણાયછે. ફ્લોરિડાના અખાતમાં મિસિસિપિની શાખાભૂમિ છે તેના નકશાપરથી આ સ્પષ્ટ સમજાયછે. પૂર્વ હિંદને કિનારે ખૂણામાં કૃષ્ણાની અને ગોદાવરીની શાખાભૂમિઓનાં સ્વરૂપ પણ કેટલેક દરજ્જે તેવાંજ છે. કાવેરીની અને મહાનદીની શાખાભૂમિઓ પણ કાંઠાની સામાન્ય મર્યાદારેખાથી જરાક આગળ આવીછે. રેતીને અને માટીને નદી સદા આણ્યાં કરેછે, અને જ્યાં જ્યાં તેના પ્રવાહનો વેગ ઓછો થાયછે કે અટકેછે ત્યાં એ રેતી અને માટી નીચે બેસેછે. સમુદ્રજોડે મળવાને સ્થળે મુખ્ય ખાળો થાયછે, માટે એ કચરો ત્યાં તળીએ ઠરી બેસેછે. સમુદ્રનાં લક્ષણ પ્રમાણે એ કચરો ઘણા વિસ્તાર પર પ્રસરી છાછર વહેળાથી જુદા પડેલા નીચા ટાપુઓ બનેછે, અથવા નદીના બારામાં એક બેટ બનેછે. ગંગા નદીની શાખાભૂમિ પહેલા પ્રકારનો છે, અને મહાનદી તથા પૂર્વ કાંઠાની બીજી સર્વ નદીઓની શાખાભૂમિ બીજા પ્રકારની છે. એમ બારાં પૂરાઈ જવાથી એમાંની ઘણીખરી નદીઓમાં સફરી વહાણો જઈ શકતાં નથી. નદી જેટલો કચરો આણે તેટલો સઘળો સમુદ્રનાં

નિરંતર ચાલતાં વહેણ તાણી જવાને શક્તિમાન હોયછે ત્યાં શાખાભૂમિ આગળ વધતી નથી.

નદીના અંતના ભાગમાં સમુદ્રની ભરતી આવતી હોય તો તેનું વલણ બારાને પૂરાઈ જતું અટકાવવાનું છે; અને નદીમુખની સામેનો દરિયો છાછર હોય તો ભરતીના વહેણનું એ અટકાવવાનું બળ વધારે હોયછે. ૩ જા પ્રકરણમાં સમજાવ્યા પ્રમાણે છાછર સમુદ્ર ઉપર થઈને જતાં ભરતીનાં મોજાંનો ટકરો થાયછે, અને તે નદીમાં ધસેછે. એમ દિવસમાં બે વાર સમુદ્રનું પાણી નદીમાં આવેછે, અને ઓટ થતાં બે વાર પાછું જાયછે. એ વખતમાં ઉપલાણેથી નદીમાં પાણી આવ્યું હોય તે પણ ઓટની જોડે વહી જાયછે. એમ દિવસમાં બે વાર વિરુદ્ધ દિશામાં ઉતાવળું વહેણ થાયછે તે ઉપલાણેથી તણાઈ આવેલા કચરાને ઘસડી લઈ જાયછે, અને બારાને પૂરાઈ જતું અટકાવેછે. હુગલી નદી વહાણ ચાલી શકે એટલી ઊંડી આજપર્યંત રહીછે તેનું કારણ એ છે. મતલા અને એવી બીજી ખાડીઓ પૂર્વે કોઇ નદીઓનાં મુખની શાખા હશે, પરંતુ હાલ તેઓમાં ઉપલાણેથી થોડુંજ પાણી આવેછે માટે તેઓ તો ભરતીના પ્રવાહથી ખોદાઈ અપરિમિત કાળસૂધી ઊંડી રહેશે.

આપણે એક નદીનો ઇતિહાસ આરંભથી અંતલગી વર્ણવ્યો અને વચ્ચે વચ્ચે તેનાં કેટલાંક લક્ષણને બીજી મોટી નદીનાં લક્ષણ જોડે સરખાવ્યાં. નદીઓ અને તેમની કૃતિઓનો વિષય એટલો મોટો છે કે એક પ્રકરણમાં તેઓનું વર્ણન પૂરેપૂરું થઈ શકે નહિ. સમુદ્રવિના નદીઓ જોડે સંબંધ રાખનારા બીજા મીઠા અને ખારા પીણીના જથા છે તેઓપર હવે આપણે લક્ષ લગાડીએ.

પ્રકરણ ૯ મું.

નદીઓ અને સરોવરો.

ગયા પ્રકરણમાં જે નદીનું મેં વર્ણન કર્યું તેનું મૂળ ઉગણ

સ્થાનમાં છે. તેમાં ચોમાસાના વરસાદનું પાણી વહેછે તથા વરસાદનું જે પાણી ભોંયમાં ઉતરી ઝરા બનેછે તેમાંનાં જે ઝરણ પૃષ્ટપર ફૂટેછે તેઓ વહેળા રૂપે તે નદીમાં ભળેછે. આપણે જોયું કે એમ હોવાને લીધે તથા તેનું જળસ્થળ ડુંગરી હોવાથી મહાનદી ચોમાસામાં ભરપૂર રહેછે અને તેવામાં વખતે અસાધારણ વરસાદ વરસવાથી તેમાં વિનાશકારી રેલ આવેછે; અને વરસના બાકીના ભાગમાં તેમાં એટલું થોડું પાણી હોયછે કે છેક નાનાંમાં નાનાં નાવડાં માત્ર તેમાં ફરી શકેછે. સિંધુ નદની અવસ્થા એથી કેવળ ભિન્ન છે; તિબેટમાં આવેલા હિમાલય પર્વતપર શિયાળાનું ફૂલબરફ વરસેછે તેના વીધરવાથી એ નદના મુખ્ય થડમાં પાણી આવેછે, અને તે ઉપરાંત તેમાં ભળનારી મોટી નદીઓમાં હિમાલયના આગલા ભાગમાં ઊનાળાના વરસાદનું પાણી આવેછે. પર્વતમાંથી નીકળી ૭૦૦ મૈલ સુધી સૂકા પ્રદેશમાં એ નદ વહેછે; એ પ્રદેશના કોઈ ભાગમાં વરસે વીસ ઈંચથી વધારે વરસાદ વરસતો નથી, અને તેનો મોટો ભાગ તો કેવળ રણ છે. મહાનદીની પેઠે સિંધુમાં પણ નિયમિત કાળે પાણી વધેછે અને ઘટેછે, અને વખતે અસાધારણ પૂર આવેછે; પરંતુ એ ફળ ઉત્પન્ન કરનાર ઉપાધિ પ્રત્યેકમાં ભિન્ન હોવાથી તે બનવાનો સમય પણ ભિન્ન છે.

બીજા પ્રકરણમાં[1] સમજાવવામાં આવ્યુંછે કે શિયાળામાં ઉત્તર હિંદના પ્રદેશોપર અને પર્વતોના ઢાળપર તાઢો પવન દક્ષિણ ભણીથી વાયછે; એ પવનને લોક ઈશાનનો કે શિયાળુ પવન કહેછે, અને દક્ષિણથી આવેલો ભેજવાળો પવન વાતાવરણના ઉપલા ભાગમાં હોયછે તે તેનો ઠામ રોકેછે અને ત્યાંથી પંજાબમાં તથા વાયવ્ય પ્રાંતોમાં ઉતરી ત્યાં શિયાળુ વરસાદ ઉત્પન્ન કરેછે. હિમાલયપર જ્યાં ઠારબિંદુથી વધારે ટાઢ હોયછે ત્યાં એ વાયુમાંની વરાળનું ફૂલબરફ બની તેનાં શિખરોપર અને નીચે ખીણમાં શિયાળામાં વરસેછે, અને ભેગું થા-

૧ પાને ૩૧ મે જુઓ.

પછે. વસંતઋતુમાં ઉષ્ણતા વધે એટલે તે વીખરવા માંડેછે; અને આ ઊંચી ભૂમિપર શિયાળામાં અતિ ટાઢને લીધે નદીઓ ઠરી ગઈ હોયછે તેઓ ફરીને વહેવા માંડેછે તેના જોરથી ઘસ્યા જતા અને કાદવવાળા વહોમાં મોટાં બરફનાં અને ખડકનાં ગચીઆં તણાયાં જાયછે. વહેળા અને નાની નદીઓ વાટે એ પૂર મુખ્ય નદીમાં દાખલ થઈ ફેબરવારી માસમાં પંજાબમાં દેખા દેછે. નદીનું પાણી ગયા જુલાઈ માસથી ઘટવા માંડેલું તે શિયાળામાં એટલું ઓછું થઈ ગએલું કે તેમાં નાવ ભાગ્યે ફરી શકે; એવી છાછર થઈ ગયલી નદી અત્યાર સુધી વિશાળ પાત્રમાં વાંકીચૂંકી ને હળવે હળવે વહેતી તે હવે ભરાવવા માંડેછે, અને ગઈ મોસમને અંતે રેતીના ઢગળા જામેલા તે અને તે ઉપર ઘાસ અને ઝાડવાં ઊગ્યાં હોય તે સર્વ ખોદાઈને ઘસડાઈ જાયછે. આગળ જેમ બરફ વીઘરતું જાયછે તેમ નદીમાં પાણી વધેછે; અને જુલાઈ માસમાં પંજાબમાં અને જે પહાડોમાં એ નદીનું મૂળ છે તેમાં વધારેમાં વધારે તાપ પડેછે અને કાંગ્રા તથા હજારા ડુંગરામાં ઊનાળાનો ભારે વરસાદ વરસેછે તેવારે સિંધુ અને તેને મળનારી નદીઓ પૂર્ણ ભરાયછે. ત્યાર કેડે પાણી ઉતરવા માંડેછે અને અકટોબર લગીમાં છેક ઘટી જાયછે.

સિંધુમાં વખતે અસાધારણ મોટી રેલ આવેછે તેનું કારણ અતિશય વરસાદ કે અસાધારણ ઉતાવળે બરફનું પીગળવું નથી; પણ તેમાં ભળનારી કોઈ મોટી નદીના માર્ગને ગ્લાસિયર અથવા પહાડનો ભાગ તૂટી પડી રોકેછે તેથી અસાધારણ મોટું પૂર કોઈ વખતે આવેછે; ગ્લાસિયર કે પર્વતનો ભાગ ખીણમાં આડો પડવાથી પાણીને વહી જવાનો માર્ગ બંધ થાયછે અને પાછળ પાણી ભેગું થઈ સરોવર બનેછે. એ સરોવરમાં પાણીની ભરતી થયાં કરવાથી, તે મથાળે ચડી જવાથી કે તેના જોરથી નીચે ખોદાઇને ફાટેછે તેવારે પૂરાઈ રહેલો વહેળો એકદમ છૂટો પડવાથી મોટા બળ અને ઘસારાથી દોડી આવેછે.

સને ૧૮૪૫ના જૂન મહીનામાં એવી અસાધારણ મોટી રેલ આવી હતી, તે જોનાર તોર્બેલાના અશરફ ખાનના કહેવા પ્રમાણે મેજર આબટે તેનું સરસ વર્ણન આ પ્રમાણે કર્યુંછેઃ— "દિવસના બારપર બે કલાકને શુમારે ઇશાન કોણના પર્વતો બાણીથી ઘૂઘવાટ સંભળાયો, ને વધતાં એટલો વધ્યો કે સર્વેનું લક્ષ તેપર ગયું, અને અમે કહેવા લાગ્યા કે આ ઘૂઘવાટ શાનો છે? શું એ દૂરથી આવતો તોપનો અવાજ છે? શું ગંડધર (ગેંડો) બરાડેછે? શું વરસાદ ગાજેછે? એટલામાં કોઇએ એકાએક બૂમ પાડી કે 'નદી આવીછે.' તે ઉપર નજર કરતાં જણાયું, કે તેનું સૂકું પાત્ર ભરાઇ ગયુંછે, અને નદીમાં કાદવની ભીંત જાણે દોડી જતી હોય એવું દેખાયું, કેમકે તેનો રંગ કે દેખાવ પાણીના જેવો જરાએ ન હતો. જેમણે એ વેળાસર દીઠું તેઓ નાશી છૂટ્યા; જેમણે ન દીઠું તેઓ નાશ પામ્યા. મેલું પાણી, સિપાઇનાં, ખેડુતોનાં, ઘોડાંનાં, ગધેડાં અને ઊંટનાં મડદાં, તંબુ, ઘરાંનો રાચરચીલો વગેરે વસ્તુઓ વહી જતી હતી તેનો દેખાવ ત્રાસજનક હતો; તોર્બેલા નગરથી ત્રણ કોસ ઉપ-બાણે કુલે આગળ સિંધુના પાત્રમાં પખંદુખાનની પૂઠે પડેલી રાજા ગુલાબસિંઘની ફોજની છાવણી હતી. એ લશ્કરનો કેટ-લોક ભાગ એ વેળા દોડપર ગયો હતો તેથી બચ્યો. જેઓ છાવણીમાં હતા તેઓ નાઠા; કોઈ મોટે ઝાડે ચડ્યા, પણ ઝાડ મૂળ સહિત ઊખડી જઈ તણાઇ ગયાં; કેટલાક ખડકોપર ચડયા, પણ થોડીવારમાં તેપર પાણી ફરી વળ્યાં. જેઓ ડુંગર-ભણી નાઠા તેઓ માત્ર ઊગર્યા. શુમારે પાંચસેં જોદ્ધા પૂરમાં ઘસડાઇ જઈ મરણ પામ્યા. આસપાસના પ્રદેશમાં ભારે નુકસાન થયું; સેંકડો એકર ખેડાણ જમીનપરથી સર્વસ્વ ઘસડાઈ ગયું. નદીને તીરે શોભાયમાન સીસમનાં વૃક્ષ હતાં તે સર્વે, તથા જે મોટા, ઘણા થડવાળો વડ કોઇને સાંભરતું નથી એટલા જૂના વખતથી મુસાફરોનો ઉતારો હતો તે પણ ક્ષણ વારમાં ઊખડીને તણાઈ ગયો.

મેજર મોંટગોમરી કહેછે કે એ રેલનું કારણ ગીલ્ગીટ ખીણમાં ભૂમિનું ધશી પડવું હતું. પર્વતની બાજૂએથી માટી અને પાહાણાનો મોટો જથો ખરી પડવાથી ખીણનું મુખ પૂરાઈ ગયું તેથી તેની અંદર ૮૦૦ કે ૯૦૦ ફુટથી ઊંડું સરોવર બન્યું. અંતે ખીણને નાકે પડેલું અટકણ ખશી જવાથી ઘેરાઈ રહેલું બધું પાણી એકાએક નીચે ધશી આવ્યું.

બીજી મોટી રેલ ૧૮૫૮ ના આગસ્ટ મહીનામાં આવી હતી તે પણ એવીજ ઉપાધિથી ઉત્પન્ન થયેલી જણાયછે.

ગયા પ્રકરણમાં મહાનદીનું વર્ણન કરવામાં મેં કહ્યુંછે કે ખીણમાં નદી વહેછે તે ખીણ તે નદીના વહેવાથીજ બનેલી હોયછે. નદીની કરણીના આ પ્રકારના મોટામાં મોટા દાખલા હિમાલયમાં છે. એ કરણીનું કાંઈક વિગતવાર બ્યાન કરવાની અતિ અનુકૂળ જગ્યા આ છે. જ્યાં સદા બરફ પડ્યું રહેછે તેની પાસેની ઊંચી ખીણોમાં થઈને જનારા ગ્લાસિયરોમાં તેઓની તળેના ખડકોને ઍરવવાનું અને કોતરવાનું બહુ જોર હોયછે. વહેતા બરફમાં પુષ્કળ પાહાણા દટાયલા હોયછે તેઓ ગ્લાસિયરને તળીએ અને પડખે એટલા બધા બળથી ધસાયછે કે ત્યાં ઊંડા ધસરકા પડેછે અને પૃષ્ઠનો ભૂકો થાયછે. રેતી અને કાદવ એ પ્રમાણે બનેછે તે ગ્લાસિયરને છેડેથી પાણી વહેછે તેમાં ભળેલાં હોયછે. હિમાલયમાં હાલ ગ્લાસિયરને આવવાની મર્યાદા છે તેથી વધારે આગળ તેઓ પૂર્વ કાળમાં આવતા, અને મોટી નદીઓની ખીણો કોરી કાઢવાનું અગત્યનું કામ તેઓનું કરેલુંછે. સિક્કીમની તિસ્તા ખીણમાં હાલ સમુદ્રની સપાટીથી ૧૪,૦૦૦ ફુટની ઊંચાઈ સૂધી ગ્લાસિયરો આવેછે, પણ આગળ તેઓ ૬,૦૦૦ ફુટ સૂધી આવેલા એવું તેનાં કરેલાં કૃત્યોપરથી જણાયછે; અને હિમાલયના વાયવ્ય કોણમાં કાંગ્રા ખીણ છે તેમાં ૩,૦૦૦ ફુટ લગી તેઓની કરણી જોવામાં આવેછે.

નદીમાં પણ ખોદવાનું કૌવત ઓછું નથી. ઊંચા ઢાળપરથી

ભારે વેગે ધશી આવેછે તેવારે કાંકરા, પથરા, અને મોટા પાહાણાને ગબડાવતી લેઈ જાયછે, અને તેઓને માંહોમાંહે તથા ખડકનાં પાત્ર જોડે ઘશીઘશીને ગમે એવો કઠણ પાષાણ હોય તેનો પણ ભૂકો કરી નાંખેછે. જે ખડકપર તે વહેતી હોય તે કઠણ હોય તો તે ખોદાઈ આસપાસ ઊભી દીવાળોવાળી સાંકડી ગલી બનેછે. એવી ગલીને ઇંગ્રેજીમાં ગાર્જ કહેછે. સતલજ અને સ્પિતિ નદીઓના સંગમ આગળ એવા ગાર્જ છે. એનું ચિત્ર ૧૭ મી આકૃતિમાં છે.[1] જ્યાં ખડક ઓછા કઠણ અને



આકૃતિ ૧૭ મી.—સતલજ અને સ્પિતીના સંગમ આગળનો ગાર્જ.

ભગરા હોયછે ત્યાં પાણીના ઠરવાની અને વાતાવરણની કૃતિથી ખીણની બાજૂઓ વધારે ઢળતી બનેછે. ખડકના પૃષ્ઠના પોપડા ઊખડી પડેછે અને વહેળામાં તણાઈ જાયછે.

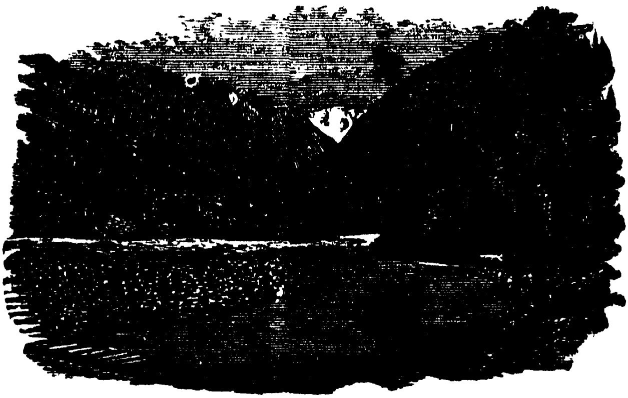
---

[1] મેશર્સ . ફોટોગ્રાફ લીધોછે તેપરથી એ ચિત્ર ઉતારેલુંછે.

પૃથક્કરણને અટકાવવાની શક્તિ ખડકોમાં એક સરખી નથી હોતી. કેટલાંક પૃષ્ઠ એવાં હોયછે કે સેંકડો વરસથી તેઓપર વરસાદ વરસેછે અને પાણી થીજેછે, તથાપિ તેઓનાં રૂપ અને કુમાસ અસલ હતાં તેવાંજ રહ્યાંછે; અને કેટલાંકપર વરસાદ, પાણીનું થીજવું, અને વાતાવરણમાંના કાર્બોનિક આસિડ અને ઓક્સિજન તેઓના ઉપલા ભાગને તોડી ફોડી નાંખી તેના કાંકરા અને માટી બનાવેછે એટલુંજ નહિ, પણ તે કૃતિ નીચે ઉતરતી પર્વતના અંદરના ભાગ લગી જાયછે. જ્યાં એવું બન્યું હોયછે ત્યાં ખીણનું ખોદાવું ઉતાવળે થાયછે. વખતે વખતે અને વિશેષે કરીને ભારે વરસાદ પડ્યા પછી, ખડકના મોટા ફકડા અને માટીના ઢગલા પાણીથી ચકચૂર બની પહાડની બાજૂએ ધશી પડેછે ને વચમાં જે આવે તેને જોડે લેતા જાયછે. કેટલાક વખત લગી ખીણમાં રોકાણ કર્યા કેડે તેઓ નિરંતર ચાલતા વહેળામાં ભળી તેની હારે વહી જાયછે. અસાધારણ પૂરનાં બે ઉદાહરણ ઉપર આપ્યાંછે તેવાં પૂર ઉપર કહ્યું તેમ એ પ્રમાણે ઉત્પન્ન થાયછે.

સિક્કીમ દેશનો જે ભાગ ઇંગ્રેજને તાબે છે તેમાં વરસાદ પુષ્કળ વરસેછે, ખડકોનું પૃથક્કરણ સહેલથી થાયછે, અને વનમાં વૃક્ષાદિક લીલોતરી ખૂબ થાયછે ત્યાં પહાડના ઢાળ બાજૂઓના તૂટી પડવાથી બન્યાછે. દાર્જીલિંગની પાડોશમાં મોટો વરસાદ થયા પછી હરવખતે ડુંગરી માર્ગોમાં ઘણે ઠેકાણે તૂટી પડેલા પથરા અને માટીથી ઘણું કરીને રોકાણ થાયછે; અને વખતે પર્વતની બાજૂએ ૩,૦૦૦ કે ૪,૦૦૦ ફુટ સૂધી તરતની ખુલ્લી પડેલી જોવામાં આવેછે, અને આખું પૃષ્ઠ, તે ઉપર ઊગેલાં ઝાડ સુદ્ધાંત ધશી પડેલું હોયછે. જેઓ પર્વતોપર કદી ચડ્યા નથી તેમનાં મનમાં હિમાલયની સાધારણ નદીની ખીણનો વિચાર નીચેના

ચિત્ર[1]પરથી આવશે. એ ચિત્ર દેરાલી આગળ ગંગા નદી છે તેનું છે.



આકૃતિ ૧૮ મી.–દેરાલી આગળ ગંગા.

પાણીનું થીજવું, વરસાદ, કાર્બોનિક આસિડ, અને ગુરૂત્વાકર્ષણ એ સર્વ ઉપાધિઓવડે નવા ઉપડેલા પહાડનાં પોલ અને અસમાનતા પૂરાઈ જાયછે, અને કોતરાયછે અને ખોદાયછે તેથી પર્વતોથી જુદી પડેલી ખીણોનો ક્રમ બનેછે. એ ક્રિયા થવામાં દ્રવ્ય છૂટું પડેછે તેમાંનો કેટલોક ભાગ કંકરરૂપે અસલ પોલમાં રહ્યોછે. લદાખની ખીણોમાં બધે ઠેકાણે, તથા તિબેટના ગુજ પ્રાંતમાં સતલજે પોતાની ખીણ ખોદીછે ત્યાં એવા કંકર જોવામાં આવેછે; પણ એ દ્રવ્યનો મોટો ભાગ પાણીમાં મિશ્ર થઈ તેની જોડે વહી જાય તેજે ક્ષીણો થયો તેવારે નદીઓએ તેને લઈ જઈ વિસ્તીર્ણ પ્રદેશમાં પાથરી દીધો. ગંગાના પ્રદેશની રસાળ જમીન એની બનીછે. એમ એ પ્રદેશો પર્વતના ભંગાણના બનેલાછે. એપરથી પણ કેટલોક ભાગ ધોવાઈ સમુદ્રમાં ગયોછે અને હજી ધોવાતો જાયછે; પરંતુ સામટે મળે જાવકથી આવક વધારે છે, અને તેમાંનો વધારે ભાગ

૧ મેશાસ બોર્ન અને શેપર્ડે લીધેલા ફોટોગ્રાફપરથી એ ઉતારેલું છે.

હિમાલયમાંથી આવેછે. ભરતખંડના બધા ડુંગરી ભાગનો ધસારો એ પ્રમાણે થાયછે, અને પૃથ્વીના હરકોઈ પહાડનો પણ ઓછો વધતો ધસારો એમજ થાયછે.

ડુંગરી દેશમાં વહેતી નદીઓ જે અનેક રૂપ ધારણ કરેછે તેઓમાં તેના ધોધ એ સૌથી અજબ જેવું અને મનપર લાગે તેવું છે. દેશના કોઈ ખાસ ભૂસ્તર લક્ષણને લીધે નદીના માર્ગમાં એકાએક સીધું ઊંડાણ આવેછે ત્યાં તેના બધા પાણી-નો ધોધ નીચલી સપાટી ઉપર પડેછે. કાનડામાં સરવતીનો ધોધ; મહાબળેશ્વરના ડુંગરામાં યેનાનો ધોધ, મ્હેસૂરમાં કાવે-રીના ધોધ, અને નીલગિરિમાં પૈકારનો ધોધ એ ભરતખંડમાં બીજાથી વધારે પ્રખ્યાત અને મોટા છે. પૈકાર ધોધના ઉપલા ભાગનું ચિત્ર હેઠે ૧૯ મી આકૃતિમાં છે. ગેરસપાના નગરની પાસે એનો પહેલો ધોધ છે તે પશ્ચિમ ઘાટની કોરેથી ૮૮૮ ફુટ ઊંડાણમાં લાગલાગટ પડેછે. વરસાદથી પાણી વધ્યાં હતાં તેવારે ક્પ્તાન ન્યુબોલ્ડના જોવામાં તે આવ્યો હતો. તેણે આ ભવ્ય ધોધનું વર્ણન આબેહૂબ કર્યુંછે. તેણે ગણત્રી કરી છે કે દરસેકંડ



આકૃતિ ૧૯ મી.—પૈકારનો ધોધ.

એ ધોધથી ૪૬,૦૦૦ ઘનફુટ પાણી પડેછે. તે કહેછે કે "ભૂ-

ગોળ ઉપર અતિ ભવ્ય ધોધ છે તેઓની પંક્તિમાં ગેરસપાના ધોધને મૂકી શકાય. આલ્પ્સ પર્વતના સેરસોલી[1] અને એવનસન અને સેવાયમાંનો આર્વ એનાથી ઊંચાઈમાં વધારે છે તેમ એ ધોધનું પાણી તેઓથી વધારે છે. કદમાં નાયાગરાના ધોધથી એ ઘણો ઉતરતો છે, પરંતુ નવી દુનિયાના તે પ્રખ્યાત ધોધકરતાં એની ઊંચાઈ વધારે છે."

કપ્તાન ન્યુબોલ્ડની ગણત્રી પ્રમાણે મહાબળેશ્વરના યેન્ના ધોધની ઊંચાઈ ૬૦૦ ફુટ છે. દક્ષિણ મહારાષ્ટ્રમાં ગોકાક છે તેની ઊંચાઈ તે જગ્યેછે કે ૧૭૮ ફુટ છે. ધોધની ઉપલી મેર થોડે છેટે નદીની પહોળાઈ ૨૫૦ વાર છે તે ઘટીને ધોધની કોર આગળ ૮૦ ફુટ થયછે. વર્ષા ઋતુમાં એ ધોધથી ૧૬,૦૦૦ ઘનફુટ પાણી દર સેકંડે પડેછે.

કાવેરી નદીના ધોધની ઊંચાઈ ૩૦૦ ફુટ હોઈ ગેરસપાના ધોધથી ઓછી છે; પરંતુ તેમાં પાણી વધારે પડેછે. બુંદેલખંડમાં કેટલાક પ્રખ્યાત ધોધ છે તેમાંનો સર્વેથી મોટો ચચઈની પાસે ટોન્સેનદીનો ૨૦૦ ફુટ ઊંચાઈનો છે. કત્રાઘાટની પશ્ચિમે બાર્ક મૈલપર વિલોહીનો ધોધ છે તેની ઊંચાઈ ૩૯૮ ફુટ છે અને ત્યાંથી વધારે પશ્ચિમમાં દશ મૈલપર બૌતીનો ધોધ છે તે ૪૦૦ ફુટ ઊંચો છે. ખાશી ડુંગરમાં ચેરપુંજા આગળ માવસ્મેના ધોધ છે તેઓની ઊંચાઇ એ સર્વેથી વધારે છે. તેઓની (દાક્તરઓલ્ડહામ કહેછે કે) લાગલાગટ ઊંચાઈ ૧,૮૦૦ ફુટ છે, અને તે ઉપરાંત બીજી તૂટક ઊંચાઈ ૧,૦૦૦ ફુટ છે; પણ તેઓમાં પાણી થોડુંજ છે; માત્ર ભારે વરસાદ થાયછે ત્યારે તેઓમાં પાણી મસ હોયછે.

દેશના પૃષ્ઠપર સ્વભાવિક ખાડ હોઈ તેઓમાં આસપાસના સ્થળનું પાણી વહી આવી ભરાયછે તેઓ સરોવર કહેવાયછે. સરોવરના કાંઠાના નીચામાં નીચા પૃષ્ઠ લગી ભરાઈ બાકીનું

---

૧ સેરસોલી ધોધની ઊંચાઈ ૨,૪૦૦ ફુટ છે; એવનસનની ૧,૨૦૦ અને આર્વની ૧,૧૦૦ ફુટ છે.

વધારે પાણી આપેછે તે ત્યાં થઈ વહી જાયછે, અથવા સરોવરનો વિસ્તાર એટલો વિશાળ હોયછે કે વરાળ થઈ જેટલા વખતમાં જેટલું પાણી સૂકાય તેટલા વખતમાં તેટલું નવું આવે. જે દેશમાં સૂકવણું હોયછે, એટલે જ્યાં વરસાદ થોડો અને તાપને લીધે વરાળ ઉતાવળે થાયછે ત્યાં પાછલી અવસ્થા હોઈ શકે; અને તેનું પરિણામ એ થાયછે કે એવા સરોવરનું પાણી ખારૂં હોયછે. એનું કારણ એ કે તેમાં જે પાણી વહી આવેછે તેમાં થોડો ખાર ઓગળેલો હોયછે, અને તે પાણી અંતે સૂકાઈ જાયછે તેવારે વાયુ થઈ ઊડી ન જાય તેવા તેમાંના ખાર પાછળ સરોવરમાં રહેછે, અને તેથી ખારનો ઉમેરો તેમાં સદા થયાં કરેછે. હિમાલયની ઉત્તરે મધ્ય એશિયાના મોટા પ્રદેશમાં એવાં ખારાં સરોવરો ઘણાં છે, અને તિબેટમાં આવેલા હિમાળયમાં પણ છે; ઉદાહરણ—સિંધુની ઉપલી ખીણની પાસે લદાખમાં પાંગોંગ સરોવર છે તે એ જાતનું છે. મેજર ગૉડવિન આસ્ટેનના હેવાલમાં લખ્યુંછે કે પૂર્વે એ સરોવરનું પાણી મીઠું હતું, અને સિંધુમાં ભળનારી શયોક નદીમાં તેમાંથી એક વહેળો જતો હતો. પરંતુ એ મુલકમાં સૂકવણું વધતું જાયછે (એનો પુરાવો પુષ્કળ છે, પણ તેનું કારણ હજી સમજાયું નથી[1]) તેમાં પાણી ઓછું થઈ ગયું અને તેમાંથી વહેળા નીકળતા બંધ પડયા. કાસ્પિયન તથા આરલના સમુદ્રો એવાં ખારાં સરોવર છે. તેઓ મહાસાગરથી કેવળ છૂટાં પડી ગયાંછે અને એવડાં મોટાં છે કે ભૂમધ્ય સમુદ્ર ગણવા જોગ છે. પાલિસ્તેનમાં મૃત સરોવર છે તે પણ આ પ્રકારનું નાનું સરોવર છે. જે ખાડને તળીએ તે છે તે એટલો ઊંડો છે કે એ સરોવર સમુદ્રની સપાટીથી ૧,૩૧૨ ફુટ નીચું છે. જૉર્ડન નદી એ સરોવરમાં વહેછે તેની ખીણ કોઈ કાળે અકાબા નામે અખાત

૧ કદાચ પ્રાચીન કાળનાં સરોવર કે ભૂમધ્ય સમુદ્રોના સૂકાવાથી એમ થયું હશે. મી. ડબલીયુ. ટી. બ્લાનફોર્ડે હાલ દેખાડયુંછે કે સૈસ્તાન અને ઈરાનના મોટા ભાગમાં તે હતા.

અને લાલ સમુદ્રને સળંગ હશે એવું સંભવેછે; અને પેટ્રિયા નામે રણના ઊંચા થવાથી તે તેઓનાથી વછૂટી પડી અને મૃત સરોવરનું પાણી સૂકાયું. એ સરોવરના પાણીમાં સમાઈ શકે તેટલું પૂરૂં મીઠું છે; હવે વધારે મીઠું તેમાં ઓગળી શકે નહિ. માત્ર જ્યાં જૉર્ડન નદી તેમાં પ્રવેશ કરેછે ત્યાંના જળમાં ઓછો ખાર છે. એ સરોવરના પાણીમાં મચ્છાદિક કોઈ પ્રાણી જીવી શકતુ નથી, અને તેથી તેનું મૃત સમુદ્ર (કે મૃત સરોવર) નામ યોગ્ય છે.

રજપૂત સંસ્થાનમાં વાંકાનેરના રણની કોરે કેટલાંક ખારાં તળાવ છે, તેઓમાં સર્વથી મોટું સાબર સરોવર છે. સાંબરનો ખાડ છાછર છે ને તે ચોમાસામાં વરસાદના પાણીથી ભરાયછે અને ઊનાળામાં સૂકાઈ જાયછે. એ ભાગમાં વરસાદ ૨૫ ઇંચથી વધારે થતો નથી. એમાં પકવેલા મીઠાનો રાજસ્થાનમાં મોટો વેપાર ચાલેછે. વરાડમાં લુણાર નામે ખારૂં તળાવ છે તેમાંથી જુદી જાતનો ખાર નીકળેછે. એ તળાવનો ઘાટ જ્વાળામુખ જેવો છે, અને એ ખાડ જ્વાળામુખીથી ઉત્પન્ન થયેલોછે એમ ધારવામાં આવેછે. જે સરોવરોમાંથી વહેળા વહેછે તેઓમાં તો મીઠાં પાણીજ હોયછે; પરંતુ ચિલ્કા સરોવરનાં જેવાં દરિયા કિનારે આવેલાં ને જેમાં દરિયાનો ફાંટો પ્રવેશ કરેછે તેઓ ખારાં હોયછે. ભરતખંડમાં મીઠાં પાણીનાં સ્વભાવિક સરોવરો થોડાંજ છે; નૈનિતાલના ડુંગરામાં એક છે, અને સિક્કિમમાં ચકલા અને ચોલા ઘાટમાં એક છે, એ બે એ જાતનાં નાનાં સરોવરો છે તે સિવાય બીજાં થોડાંછે, અને એ બન્નેની ભાળ મી. ડબલીયુ. ટી.'બ્લાન્ફોર્ડને હાલ લાગીછે. હિમાલયના બરફથી ઢંકાયલાં શિખરોની પેલીમેર માનં સરોવર અને રખસ તળાવ છે તેઓ કદમાં મોટાં છે. એઓ કદમાં ડુંગરી ખાડ છે એવું સંભવતું નથી; અર્થાત્ જ્યારે પ્રદેશ ઊપડી એ પહાડ બન્યા ત્યારે એ ખાડા પડેલા જણાતા નથી. ગ્લાસિયરોથી કોતરાઈને પર્વતોમાં કોતરો થયાં તેઓમાં એમાંના

કેટલાંક છે, અને ગ્લાસિયરના ગયા પછી તેઓમાં પાણી ભરાયાં અને કેટલાંકમાં તો ગ્લાસિયરોએ ખોદેલી ખીણનાં નાકાં મોરેનથી પૂરાઈ જવાથી થયાંછે; વળી રક્ષૂમાં ત્સો મોરીરી અને લડાખમાં પાંગોંગ સરોવરો છે તેવાં કેટલાંક, ખીણમાંના પાણીને વહેવાનો રસ્તો બાજૂઓના પહાડપરથી તણાઈ આવેલી માટી, રેતી, વગેરેથી પૂરાઈ જવાથી બન્યાંછે.

હિમાલય અને બીજા એવા પર્વતોમાંનાં સરોવરોને માત્ર આ વર્ણન લાગુ પડેછે. કાનડાના, અને પૂર્વ આફ્રિકામાં નેલ નદીને ઉપલાણે તાંગાનેકા વગેરે મોટાં સરોવરો છે તેઓ અસલ પહાડ બન્યા તે વખતનાજ ખાડ હશે; અને ફિન્લાંડનાં તથા રૂશિયાના વાયવ્ય કોણમાંનાં સરોવરો પ્રાચીન સમુદ્રોનાં તળિયાં હશે; આસપાસનો પ્રદેશ ઊંચો થવાથી એ ભાગ નીચા રહેલા. તોપણ પ્રોફેસર રામસે અને બીજા નિપુણ ભૂસ્તરવેત્તાનું મત એવું છે કે ફિન્લાંડનાં, કાનડાનાં, તથા આલ્પ્સનાં મોટાં સરોવરો તથા સ્કાટ્લાંડ અને આયર્લાંડનાં સરોવરો અને કમ્બર્લાંડનાં સુંદર તળાવો ગ્લાસિયર યુગમાં બરફથી બન્યાંછે; બહુ મોટા ગ્લાસિયરોને તળીએ પાહાણા દટાયલા ને ગ્લાસિયરોની ગતિથી ઘસડાયલા તેના ઘસરકાથી ખોદાઈ એ ખાડા પડ્યા અને હાલ તેઓમાં પાણી ભરાયાં. કેટલીક નદીઓના દ્વીપોમાં છાછર તળાવ છે, તેઓને લગુન કહેછે; કલકત્તાની પૂર્વે ખારૂં તળાવ છે તે એ પ્રકારનું છે; વળી સમુદ્ર તીરે ખારાં પાણીનાં છાછર તળાવ છે તેઓને પણ લગુન કહેછે. ઓઢીઆમાં (ઓરિસ્સામાં) ચિલ્કા, અને મદ્રાસની ઉત્તરે પુલિકત નામે સરોવરો છે તેઓ એ પ્રકારનાં છે. નદીના દ્વીપોની વચ્ચેના નીચાણનું ચિલ્કા તળાવ બન્યુંછે. કોરી મોસમમાં જે સપાટીએ પાણી રહેછે તેટલે સૂધી નદીમાં તણાઈ આવતી રેતી અને માટીથી તે હજી પૂરાયું નથી. અહિં ઉદાહરણમાં આપ્યાં તેવાં તળાવ થોડાં ઘણાં ખારાં હોયછે, કેમકે તેઓ કેટલેક રસ્તે સમુદ્ર સાથે જોડાયલાંછે તે માર્ગે પ્રત્યેક ભરતીનું પાણી તેઓમાં આવેછે. ચિલ્કા

અને પુલિકત સરોવર જુદી રીતે બન્યાંછે. તેમની અને દરિયાની વચ્ચે ૫૨ મે પાને કહેલા વહેણથી ખસડાઈ આવેલી રેતીના ટીંબા છે. દાખલા તરીકે ચિલ્કાનું બનવું સમજાવુંછું. ગંજામ અને વધારે દક્ષિણ ભણીના કાંઠાપર ભેગી થતી રેતીને એ પ્રવાહ આસ્તે આસ્તે ઉત્તર તરફ ધકેલેછે, અને બંગાળી ઉપસાગરમાં વહેતી પ્રત્યેક નદી તેમાં પોતાની તરફથી ઉમેરો કરેછે. ચિલ્કાની પશ્ચિમે ડુંગરા છે તેઓની તળેટી લગી સમુદ્રજળ પૂર્વકાળે આવતું હશે; પણ મહાનદી અને બીજા વહેળા અંદરના ભાગમાંથી આવેછે તેઓમાંની માટી, રેતી, વગેરેથી પૂરાઈ એ ભાગનો સમુદ્ર છાછર થયો તેવારે એ વહેણ વડે રેતીનો ટીંબો બન્યો ને સરોવરના છેડાથી શરૂ થઈ તેને તેણે ઘેરી લીધું. મોજાંના ઉછાળાની ઊંચાઈથી વધારે ઊંચા રેતીના ટીંબા સમુદ્રથી બની શકે નહિ; પણ નાના જુવાળના દિવસોમાં તેના કેટલાક ભાગપર સમુદ્રજળ આવે નહિ તેથી તે સૂરજના તાપથી સૂકાય, અને તે વેળા એ કોરી રેતી સમુદ્રના પવનથી ઊડી તેના વધારે ઊંચા ઢગલા બને; એમ મોજાંની વધારેમાં વધારે ઊંચાઈથી એ ટીંબા વીસથી ત્રીસ ફુટ સુધી વધારે ઊંચા થાયછે. રેતીપર ઊગે તેવી વનસ્પતિનાં બિયાં પવનથી ઊડી એ ટીંબાપર આવી પડેછે અને તેથી કેટલાક વખતમાં તેઓ એમાંથી ઊગેલી વનસ્પતિથી ઢંકાયછે. એ વનસ્પતિથી રેતી સજડ થાયછે, અને તેના કોહવાથી ઘાસ, ઠીંગણા તાડ, વગેરે બીજી જાતની વનસ્પતિને ઊગવા જોગ જમીન બનેછે; પછી એ ટીંબાની સમુદ્ર ભણીની બાજૂપર વધારે રેતી આવવાથી તેઓ તેણી મેર વધતા જાયછે, અને તેના જૂના ભાગનાં પૃષ્ઠ અંતે ખેતીને લાયક થવાથી લોક તેને ખેડેછે.

તોપણ તળાવમાં ભરતીના પાણીને જવા આવવાનો માર્ગ રહેછે; વર્ષાઋતુમાં નદીઓ અને વહેળાનાં પાણી સરોવરમાં આવવાથી પાણી વધેછે તેવારે વધારાનું નિર એજ વાટે સમુદ્રમાં નીકળી જાયછે. એ વેળા એમાંનાં પાણી મોળાં અથવા કેવળ

મીઠાં થાયછે; પરંતુ બાકીના વખતમાં એટલે વરસમાં થોડું ઘણું સમુદ્રજળ આવેછે તેથી તળાવનાં પાણી ઓછાં વધતાં ખારાં હોયછે; તેમાં દરિયાની ખાડીની થડમાંના પાણીમાં ખારાશ વધારે હોયછે. નદીઓના અને વહેળાના પાણીમાં રેતી, માટી, વગેરે કચરો આવેછે તેનો ઘણોખરો ભાગ તળાવને તળીએ બેસેછે તેથી તે પ્રતિવર્ષે પૂરાઈ છાછરું બનતું જાયછે; અને કેટલેક કાળે તે કેવળ પૂરાઈ જઈ સરોવરને ઠામે ઘાસ ઊગેલો પ્રદેશ બનશે. પૉંદિચેરીની ઉતરે કેટલાક મૈલપર મર્કાનુમ નામે ગામ છે તેની પાસે લગભગ પૂરાઈ જવા આવેલું લગુન છે, અને મદ્રાસ ઈલાકાને કાંઠે ઠેકાણે ઠેકાણે નીચી સપાટ ભૂમિ છે તે એ રીતે બનીને પાછળથી ઊંચી આવીછે.

વાતાવરણની વરાળ ઘન થવાથી પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર જે કાર્યો થાયછે તેનું વર્ણન ગયાં ત્રણ પ્રકરણોમાં કર્યું. ગ્લાસિયરો અને નદીઓ પર્વતોને એરવી પાડેછે, અને જે ખીણોમાં થઈ તેઓનું પાણી સાગર ભણી વહી જાયછે તે ખીણોને ખોદેછે; ખડકોમાં બરફ ફાટ પાડેછે અને પોપડા ઊખેડેછે; અને વર્ષાજળ વાતાવરણના કાર્બોનિક આસિડમાં ભળી તેઓમાં પેસેછે અને અંદરના ભાગમાં રસાયણી વિકાર કરેછે, તેથી તેનું પૃથક્કરણ થાયછે; ખડકોમાંનો કેટલોક ભાગ પાણીમાં ભળેછે, અને તેથી બાકીનો છૂટો પડી નરમ બનેછે તેણે કરીને ગુરૂત્વાકર્ષણથી અને વહેતા પાણીના ઘસારાથી તે તૂટી પડેછે. એમ પહાડનું છૂટું પડેલું દ્રવ્ય તેની તળેટીએ પથરાયછે, અથવા આગળ તણાઈ જઈ નદીમાં તેના બેટ અને બાઠાં બનેછે, અને બાકીના ભાગ અંતે સમુદ્રને તળીએ જઈ બેસેછે.

માટે ઘણાખરા દેશોમાં, જે દેશોના વાતાવરણમાં ભેજ છે, અને જેમાં વરસાદ કે ફૂલબરફ પુષ્કળ વરસેછે તે બધામાં એ ઉપાધિઓ વડે પૃષ્ઠનું રૂપાંતર ઘણું થાયછે. જે પ્રદેશમાં હાલ વરસાદ વરસતો નથી તેમાં પણ, મધ્ય એશિયાના રણમાં, સહારાના રણમાં, અને લાલ સમુદ્રને કાંઠે પર્વતોની ઊંડી કોત-

રાયલી બાજૂઓ, અને વાંકીચૂંકી ખીણો (જેને અરબી બોલીમાં વાડી કહેછે તે) ઉપાધિઓનાંપૂર્વે કરેલાં કૃત્ય દર્શાવેછે. હાલ એ પ્રદેશો જેવા કોરા અને વરસાદ વિનાના છે તેવા સદા નહતા. ભૂસ્તરમાપે થોડા કાળપર સહારા અને મધ્ય એશિયાનો મોટો ભાગ સમુદ્રને તળીએ હતો; કાસ્પિયન અને આરલ સમુદ્રો મધ્ય એશિયાના એ સમુદ્રના શેષ ભાગ છે. એ સમુદ્રો હતા તેવારે તેઓની વરાળથી વરસાદ અને કૂલ-બરફ ઉત્પન્ન થતાં, અને તેના અલ્તસ, આલ્તે, અને થિયાન શાન પર્વતોપર પડવાથી તેઓનાં શિખરો અને ડુંગરોનાં રૂપ બદલાતાં. હાલ હિંદી મહાસાગરની વરાળના ઘન થવાથી પાણી ઉત્પન્ન થાયછે તે વડે જેમ હિમાલયપર બનેછે તેમ તેઓપર તે કાળે બનતું.

આગળ વધી આ ઉપાધિઓને ઉત્પન્ન કરનારાં અને બળ આપનારાં કારણોની ખોળ કરતાં માલૂમ પડેછે કે જે આદિ-કારણો પૃથ્વીના પૃષ્ઠને ખોદી તોડીને એકસરખી સપાટી બનાવે-છે તેઓ પોતે પોતાનાજ કામને નાશ કરેછે. ઉષ્ણતા અને ગુરૂત્વાકર્ષણ પૃથ્વીના પૃષ્ઠપર ભાંગ ફોડ કરી સાગરમાંથી ખંડોને ઊંચા આણેછે, અને તૂટેલા અને મરડાયલા ખડકોને ઉપર ધકેલી પર્વતોનાં હાડપિંજર બનાવેછે; સાગરના પાણીને વરાળ બનાવી ઊંચે લેઇ જનાર પણ ઉષ્ણતાજ છે, અને એ વરાળ પહાડોની શીતળ ટોચ અને બાજૂઓ ઉપર ઠરી ગુરૂત્વાકર્ષણ બળવડે નીચે ઉતરેછે, અને ત્યાંથી વહેતાં માર્ગમાં પૃષ્ઠને ક્ષય પમાડેછે. પરંતુ જે ઉષ્ણતા પર્વતોને ઊંચા આણેછે તે પૃથ્વીની અંદરનો મૂળનો અગ્નિ છે; જે ઉષ્ણતા તેમનો ભૂકો કરેછે તે સૂર્યની ગરમી છે.

પ્રકરણ ૧૦ મું.

ભૂમિ, અને તેપર વસનારા.

પાછલાં પાનાંમાં સૃષ્ટિની થોડીક કૃતિઓનું વર્ણન કર્યું. વિષ-

યોને વિસ્તારથી તો વર્ણવ્યા નથી, પરંતુ હું ધારૂંછું કે સંભાળથી અને ફાયદો કરે તેવી રીતે જણાવ્યાછે. આપણી પૃથ્વીનું સુંદર પૃષ્ઠ જે ક્રિયાઓ વડે નિરંતર વિકાર પામેછે તેઓમાંની વધારે અગત્યની ક્રિયાનાં ટૂંકાં વર્ણન અને ખુલાસા સૃષ્ટિવિદ્યામાં જે વાતો જાણવામાં આવીછે તેના પ્રકાશ વડે મેં કર્યાછે. આપણે જોયું કે જેમને જન્મમરણ છે તેઓમાં સદા ફેરફાર થયાં કરેછે એટલુંજ નહિ, તથાપિ નિર્જીવ પદાર્થો પણ, પૃથ્વીનો પ્રત્યેક ભાગ નિરંતર રૂપાંતર થયાં કરેછે એ આપણે શીખ્યા. આજે અસ્ત પામતી વખતે પૃથ્વીના પૃષ્ઠને જેવું સૂરજ જોશે તેવુંજ બરાબર કાલે સવારે ઊગતી વેળા દેખશે નહિ; કોઈ દેખાવમાં કિંચિત્ ફેર પડ્યો હશે. મધરાતે કોઈ ખરતો તારો ઝપાટાબંધ દોડી જાયછે તેની પેઠે એમાંના કેટલાક એવા ઉતાવળે થયા જાયછે કે તેઓને જાણવાને સાવચેતીથી જાગૃત રહેવું જોઈએ. કેટલાક વિકાર એવા ધીમા થાયછે કે માણસના ટૂંકા જીવતરમાં તેઓની ગતિ મુદ્દલ જોવામાં આવતી નથી. પરંતુ પુરાણોની કથામાં હજારો વરસનાં આયુષ્ય ભોગવનારા કહ્યાછે તેઓની ગોડે આપણે પણ જાણવાની અને વિચાર કરવાની શકિતઓ સહિત જીવીએ તો આપણને કબૂલ કરવું પડે કે પૃથ્વીના સદા વિકાર પામતા પૃષ્ઠ ઉપર સઘળા દેખાવ ક્ષણિક છે; હમેશ એક સરખું રહે એવું કાંઈ નથી. પર્વતોને સ્થાયી કહીએ છીએ તે જૂઠું છે. વિનાશના સામાન્ય નિયમને તેઓનાં ઊંચાં શિખરો હળવે હળવે નમેછે.

અતિ પૂર્વકાળમાં જે ફેરફાર પૃથ્વીના પૃષ્ઠઉપર થયાછે તેઓનો ઈતિહાસ આપણા જાણવામાં આવે તો; પ્રાચીન ભૂસ્તર યુગોમાં પૃથ્વીની અવસ્થા થોડે થોડે અંતરે હતી તેના નકશા બનાવી શકીએ તો; એમાંના પ્રત્યેક યુગમાં વાયૂષ્ણતા કેવી હતી, સાગરના પ્રવાહ કયે પ્રકારે વહેતા, વરાળ લઈજનારા પવન કઈ રીતે વાતા, બરફ અને વરસાદ પૃષ્ઠના જુદા જુદા ભાગને કેટલે દરજે નાશ કરતા, ભૂગર્ભ–ઉષ્ણતા જ્વાળામુખો

વડે બહાર આવી કેઈ રીતે ભાંગ ફોડ કરતી અથવા કેટલાક પ્રદેશોને આસ્તે આસ્તે ઊંચા આણતી કે નીચા બેસાડતી તેનું જ્ઞાન આપણને થાય તો; અને તે પ્રત્યેક સમયમાં પૃથ્વી ઉપર જે વૃક્ષોનાં અને છોડવાનાં, તથા ભૂચર અને જળચર પ્રાણીઓનાં વિચિત્ર રૂપનું અદ્યાપિ થયુંછે તેથી ઘણું વધારે પૂર્ણ જ્ઞાન થાય તો, હાલ ભૂપૃષ્ઠનાં વિવિધરૂપ અને તેઓની મર્યાદા છે અને નકશામાં ચિતરયાં છે તે; વાયૂષ્ણતાના ભેદ, જમીનના કસ, વસ્તી થઈ શકે અથવા ન થઈ શકે તેવાં લક્ષણ, એ સર્વનો આપણે સંપૂર્ણ ખુલાસો કરી શકીએ.

એવું જ્ઞાન હજી સૂધી પ્રાપ્ત થયું નથી. એ જ્ઞાન મેળવવાનો અતિ આતુર ભૂસ્તરવેત્તાઓનો પ્રયત્ન એટલો થોડો પાર પડયોછે કે તેઓ છેક આધુનિક ભૂસ્તર સમયોમાં હાલના ખંડોના કેટલાક નાના વિભાગ કહેવાતા હતા તેનો અપૂર્ણ નકશો માત્ર બનાવી શકયાછે. અને તેમાં પણ જ્યાં હાલ સમશીતોષ્ણ વાયુ છે ત્યાં લગભગ ઉષ્ણકટિબંધનો તાપ અને શીતકટિબંધની તાઢ એવી વિચિત્ર વાયુ—અવસ્થા વારાફરતી થઈછે એવું ખડકો અને તેઓનાં ફૉસ્સિલો દર્શાવેછે તેનો સંતોષકારી ખુલાસો વિદ્યાથી થઈ શકયો નથી.

તોપણ આપણા એ વિષેના જ્ઞાન અને અજ્ઞાનનો સંગ્રહ કરવો ઉપયોગી છે. ભૂગોળ ઉપર સ્થળ અને જળની વ્યવસ્થા હાલ છે તેનાં મુખ્ય લક્ષણ ધ્યાનમાં લેઈ આપણે એવો પ્રશ્ન કરી શકીએ કે ગયાં પ્રકરણોમાં જે વાતો કહીએ તેઓ વડે એમાંના કેટલાનો ખુલાસો થઈ શકેછે, અને હવે પછી કરવાની તપાસ અને શોધને માટે કેટલું બાકી રહેછે.

પહેલું અવલોકન એ કરવામાં આવેછે કે ભૂગોળ ઉપર જમીનનો ઘણો વધારે ભાગ ઉત્તર ગોળાર્દ્ધમાં છે. દક્ષિણ ગોળાર્દ્ધમાં દક્ષિણ ધ્રુવની આસપાસ બરફથી સદા ઢંકાયલો શીતખંડ છે તે ઉપરાંત આફ્રિકાનો અને દક્ષિણ અમેરિકાનો કેટલોક ભાગ છે, અને આસ્ટ્રેલિયા દ્વીપ છે. એ દ્વીપ એવડો

મોટો છે કે એને ખંડ કહીએ તો ચાલે. સ્થળની આવી વ્યવસ્થા શા માટે છે તેનો ખુલાસો વિદ્યાથી હજી થઈ શક્યો નથી. દક્ષિણ ગોળાર્દ્ધમાં ઓછી જમીન છે તેના બદલામાં ત્યાંના સાગરના તળિયાની ભૂમિ, ઉત્તર ગોળાર્દ્ધના સાગરના તળિયાની ભૂમિથી વધારે ઘટ હશે એવું અનુમાન ગતિના મૂળ નિયમોપરથી કરવામાં વાંધો ઊઠાવી શકાતો નથી; પણ એમ શામાટે છે, અથવા એવું શા વાસ્તે થયું તે કહી શકાતું નથી. સ્ક્રોપ, હર્શલ, અને બાબેજના મતને (તેમનાં બતાવેલાં કારણોથી જુદાં કારણોથી) મળતો આવી પ્રોફેસર ડાના અનુમાન કરેછે કે પૃથ્વીના ઇતિહાસના ઘણા વહેલાના સમયમાં ખંડોની ભૂમિના મોટા જથાની સ્થિતિ મુકરર થઈ હતી, તેથી જમીનના આકારમાં હરકોઈ વિકાર થયાં છતાં જમીનના બે મોટા જથા, જે હાલ જૂનો અને નવો મહાદ્વીપ છે, એ આપણી પૃથ્વીનું અસલથી મોટું લક્ષણ છે. રાયલ ઈન્સ્ટિટયુટ નામે શાળામાં પ્રોફેસર રામસેએ ભાષણ કર્યું તેમાં જણાવ્યું હતું કે પશ્ચિમ યુરોપના કેટલાક જૂના થરોમાં—ઉદાહરણ, જૂના રાતી રેતીના પાષાણમાં, અને લુણમય ટ્રિયાસિક માર્લમાં પ્રાચીન સરોવરોનાં પડ છે, અને તેઓ દેખાડી આપેછે કે એ જૂના કાળમાં તેઓના સ્થળની આસપાસ વિશાળ જમીન હશે.

પણ એની વિરૂદ્ધ એટલું નક્કી છે કે હાલની જમીનનો વધારે મોટો ભાગ કોઈ કાળે સમુદ્રને તળીએ હતો, અને ત્યાં એટલી લાંબી મુદત લગી રહ્યો કે હજારો ફુટ જાડા થર બનવાને વખત મળ્યો; માટે પ્રોફેસર ડાનાનું અનુમાન સ્વીકારીએ, તોપણ એટલું સ્પષ્ટ જણાયછે કે ખંડોના રૂપમાં ઘણા મોટા ફેરફાર થયાછે, અને વળી એ પણ એટલુંજ નક્કી છે કે હાલના સાગરોને સ્થળે ભિન્ન ભિન્ન સમયે ભૂમિ પ્રદેશ હતા. એશિયાની અને યુરોપની ઉત્તરે આવેલો વિશાળ પ્રદેશ આધુનિક ભૂસ્તરકાળમાં સાગરને તળિયેથી ઊંચો આવેલોછે; અને તેની પહેલાં, પરંતુ મુકાબલે આધુનિક સમયમાં (મિયોસીન યુગમાં)

યૂરોપને મધ્ય ભાગે સમુદ્ર હતો. આલ્પ્સ પર્વતની ઉત્તર તળેટીએ એ સમુદ્રનાં મોજાંની છાલકો લાગતી; અને તે કાળે એ પહાડની ઉંચાઈ હાલ છે તેથી ઓછી હતી. જે ઠામે હાલ હિમાલય છે ત્યાં ત્રિજા યુગના પહેલા ભાગમાં (ઈઓસીન યુગમાં) સાગર હતો. મધ્ય એશિયામાં જે સાગર હતો તેના શેષ ભાગ હાલના કાસ્પિયન અને આરલ સમુદ્રો છે, અને તેવડે એ સમુદ્રો કાળા સમુદ્રને જોડાયલા હતા; ઉત્તર આફ્રિકામાં સહારા નામે મોટું રણ છે તે સૂકાઈ ગયેલા સમુદ્રનું પાત્ર જણાયછે અને હાલ વિલિયમ ટી. બ્લાન્ફોર્ડ સાહેબે જણાવ્યુંછે કે ઈરાનના રણનો ઈતિહાસ પણ એવોજ છે. જે સ્થળે હાલ સાગર છે તેના કેટલાક ભાગમાં પૂર્વે કોરી જમીન હતી. મધ્યપાસિફિક મહાસાગરમાં પોલિનીશિયા નામે પુષ્કળ ટાપુઓનો સમુદાય છે તે ડૂબી ગયેલી વિશાળ ભુમિનો શેષ ભાગ છે. એ જમીન મોટો ખંડ હશે એવું સંભવેછે; અને હિંદીમહાસાગરના એક ભાગમાં પણ એમજ હતું; છઠ્ઠા પ્રકરણમાં પરવાળાના જે દ્વીપો વિષે કહ્યુંછે તેઓને ઠેકાણે ખંડ હતો.

ભૂગોળની કોરી જમીનનો મોટો ભાગ પાંચ જથામાં (ખંડમાં) વહેંચાયલોછે તેઓનાં નામ, ૧-૨ એશિયા-યૂરોપ (એ બે એક મોટો જથો કે ખંડ છે); ૩ આફ્રિકા, ૪ ઉત્તર અને દક્ષિણ અમેરિકા, અને ૫ આસ્ટ્રેલિયા. એમનાપર આવેલા પર્વતોની દિશા અને સ્થિતિ પ્રમાણે એમનાં રૂપ બન્યાંછે. પર્વતોને ખંડનાં હાડપિંજર ગણી શકાય, અને પહાડોની આસપાસની અને વચ્ચેની સરજમીનોને અને પ્રદેશોને પર્વતોના વળગણ ગણી શકાયછે. યૂરોપ-એશિયાના મુખ્ય પર્વતોની દિશા અને સ્થિતિથી અમેરિકાના મુખ્ય પર્વતોની દિશા અને સ્થિતિ ઊલટી છે. યૂરોપ-એશિયાના મુખ્ય પર્વતો અને તેઓની વચ્ચેની સરજમીનો ઉત્તર દક્ષિણ છે, અને તેઓ એ ખંડના દક્ષિણ ભાગમાં છે, અને તેમની ઉત્તરે વિશાળ મેદાન છે તેની

ઊંચાઈ સાગરની સપાટીથી ઝાઝી વધારે નથી અને કેટલેક ઠેકાણે તેનાથી નીચી છે. અમેરિકામાં એથી ઊલટું છે. એના મુખ્ય પર્વતો નામે રૉકી અને આન્ડીસ પહાડો એ ખંડની પશ્ચિમ કોરે ઉત્તર દક્ષિણ છે, અને તે તળેટીએથી આરંભ થતો આથમણી દિશાએ મોટાં મેદાન છે, અને એ ખંડનાં પહોળા ભાગમાં પૂર્વકાંઠે ઓછી ઊંચાઈના પહાડ છે. બેઉમાં પર્વતો તેઓની પ્રાચીન જમીન છે, અને મેદાનો છે તેઓ સમુદ્રોનાં પાત્ર છે. એમાંનાં કેટલાંક તો અર્વાચીન ભૂસ્તર યુગોમાં ઊંચાં આવ્યાંછે; એ પ્રદેશોમાં પાછળથી નદીઓએ ઉમેરો કર્યોછે, પરંતુ તે મુકાબલે થોડો છે.

આફ્રિકાની રચના ઓછી જાણવામાં આવીછે. એ વિષેના જ્ઞાનમાં હાલ થોડાં વરસ થયાં દાકતર લિવિંગ્સ્ટંને ઘણોક ઉમેરો કર્યોછે. આફ્રિકાના મધ્યભાગના અજાણ્યલા પ્રદેશોની આગ્રહપૂર્વક ખોળ કરવાના, ત્યાંના લોકને સુધારવાના, અને ત્યાંનો નિર્લજ્જ ગુલામ વેપાર બંધ પાડવાના પ્રયત્નમાં તે માર્યો ગયો તેથી વિદ્યાને માટે તથા જનોપકારાર્થે મરણ પામેલા નામાંકિત પુરૂષોનાં નામની ટીપમાં તેનું નામ ઉમેરાયુંછે. ઉત્તર કોરે આફ્રિકાનો આકાર આત્લસ પર્વતથી નિર્માણ થયોછે. આત્લસ પહાડ યૂરોપના મુખ્ય પહાડોને સમાંતર આવેલોછે; પણ પૂર્વ કિનારે આવેલા પર્વતો અને સરજમીનો ઉત્તર દક્ષિણ છે, તથા પશ્ચિમ કિનારે નાના પર્વતો છે તેઓની દિશા પણ ઉત્તર દક્ષિણ છે; ઊંચો પરંતુ ઘણું કરીને સપાટ પ્રદેશ એ બેની વચ્ચે છે.

આસ્ટ્રેલિયા વિષે એટલું થોડું જણાયલુંછે કે તેનું સામાન્ય સ્વરૂપ વર્ણવી શકાતું નથી. મુખ્ય પર્વતો પૂર્વ કાંઠે છે; પરંતુ મોટા ખંડોના પર્વતોથી ઘણા નીચા છે, અને હિમરેખાની ઉપર આવેલું એવું 'કૉશિઅસ્કો ડુંગર' નામે માત્ર એક શિખર છે. ઉત્તર અને પશ્ચિમ કાંઠે નીચા ડુંગરા છે, અને દક્ષિણ કિનારાના મોટા ભાગમાં વિશાળ મેદાન છે.

યરોપ-એશિયા ખંડના મોટા પર્વતો પૂર્વ પશ્ચિમ દિશામાં

પડ્યાછે, અને તેથી તે ખંડનો વિસ્તાર તે દિશામાં વધારે છે. એ મોટા પર્વતો (યૂરોપમાં આલ્પ્સ અને પિરીનીસ અને એશિયામાં હિમાલયની) જેટલી તપાસ થઈછે તેટલી પરથી એવું માલૂમ પડેછે કે ત્રીજા યુગના પહેલા ભાગમાં તેઓ ઉત્પન્ન થયા, અને પછી તે યુગની આખર લગી તેઓમાં વારે વારે વિકાર થયાં કર્યાં. તેઓની ઉત્તરે નીચો પ્રદેશ છે તે પાછળથી થયેલોછે, અને તેઓની ઉત્તરે તેઓથી નાના અને કેવળ જુદા પહાડ છે તેઓ સ્કાન્ડિનેવિયાના, બ્રિટનના, જર્મનીના, થુરિંજીયન, એર્જ-ગેબર્જ, અને રીસેનગેબર્જ તથા રૂશિયાનો યૂરલ પહાડ, એ સઘળા તેઓની પૂર્વના છે, અને કેટલાક ઘણા પ્રાચીન છે. એ મોટા પર્વતોના આંસની દક્ષિણે કેટલાક મોટા દ્વીપકલ્પ આગળ આવેલાછે તેઓનાં નામ યૂરોપમાં સ્પેન, ઈટાલી, અને ગ્રીસ, અને એશિયામાં અર્બસ્તાન, હિંદ, અને મલય. એ પ્રત્યેક દ્વીપકલ્પમાં પહાડો છે. એ પહાડોમાંના કેટલાક, ઉદાહરણ-ઇટાલી અને ગ્રીસના પહાડો, આલ્પ્સ અને હિમાલયથી જુના નથી, અને તેઓમાંના કેટલાક પછીથી થયલાછે; પરંતુ કેટલાક, ઉદાહરણ-ભરતખંડમાંના પહાડો, તેઓથી બહુ જૂના છે. હાલનો હિંદી દ્વીપકલ્પ ઘણાજ જૂના કાળથી કોરી જમીન અથવા મુખ્યત્વે કોરી જમીન છે એવું સંભવેછે, અને જે કાળમાં હાલના હિમાલયને સ્થળે સાગર હતો તેવારે નૈઋત્ય કોણમાં માડાગાસ્કર અને ઉષ્ણકટિબંધમાં આવેલા આફ્રિકાના ભાગસૂધી ફેલાયલો બહુ મોટો ખંડ હતો તેનો એક ભાગ ભરતખંડ હતો એમાં સંદેહ નથી. એ યુગના પહેલા ભાગમાં આસ્ટ્રેલિયા સાથે ભરતખંડ જોડાયલો હતો.

અમેરિકાના મોટા પર્વતોની માફક એશિયાના મોટા પર્વતો પણ મોટી હારો છે, અને તેઓ એક બીજાને સમાંતર અથવા લગભગ સમાંતર છે, અને તેઓની વચ્ચમાં પહાડી જમીન, અને ઊંચા પ્રદેશો છે તેઓ સમુદ્રની સપાટીથી ઘણા ઊંચા હોવાથી સરજમીન કહેવાયછે. એમાંનો સર્વથી વધારે ઊંચો

પ્રદેશ તિબેટ છે. તિબેટની દક્ષિણ સીમાએ હિમાલય છે અને ઉત્તરે ચીનાઈ નકશામાં બતાવેલો અપ્રસિદ્ધ કુએનલુન નામે પહાડ છે. એ કુએનલુનની તળેટીએથી આરંભ થઈ થિયનશાન પર્વત લગી ગોબી અથવા શમો નામે રણ પ્રસરેલુંછે; સમુદ્રની સપાટીથી એ રણની ઊંચાઈ સરાસરી ૨,૦૦૦ કે ૩,૦૦૦ ફુટ છે, અને તેના પશ્ચિમ છેડાપર રસાળ ભૂમિપર હાલ યાર્કંદ નામે સ્વતંત્ર રાજ્ય બન્યુંછે. વધારે પશ્ચિમમાં ઉત્તર એશિયાનો વિશાળ નીચો પ્રદેશ છે તે દક્ષિણ દિશામાં વિસ્તાર પામેલોછે; એની અને યાર્કંદની વચ્ચે પમીર અથવા બામ-ઈ-દુનિયા નામે પહાડ છે. એ પહાડ ઉત્તર દક્ષિણ પડયોછે અને થિયનશાન પર્વતના પશ્ચિમ છેડાને હિમાલય અને હિંદુખો સાથે જોડેછે. ઉત્તર એશિયાના પ્રદેશનો અંત પૂર્વ દિશાએ હિંદુખોની તળેટીએ આવેછે, અને પશ્ચિમ દિશામાં કાસ્પી સમુદ્રની પાડોશમાં એલ્બુર્ઝ પહાડની તળેટીએ આવેછે. એ પહાડોની દક્ષિણે બીજી સરજમીનો, અને ઊંચા પ્રદેશો છે તેઓનાં નામ-પૂર્વે અફગાનિસ્તાન અને બેલુચિસ્તાનના પ્રદેશનો નીચેલો ભાગ તથા પશ્ચિમે ઈરાનના ઊજડ રણનો પ્રદેશ છે. આથમણી દિશાએ વધારે આગળ જતાં આર્મિનિયાની સરજમીન આવેછે તે સમુદ્ર કરતાં ૭,૦૦૦ ફુટ ઊંચી છે; અને કૉકેસસ પર્વતની તળેટીએ કારાની ખીણ છે ત્યાંથી તે કુર્દિસ્તાનના પહાડો લગી વિસ્તરેલીછે; તૈગ્રિસ નદીને ઉપલાને અને મેસોપોટેમિયાના નીચા ભાગના પ્રદેશની ઉપલી મેર કુર્દિસ્તાનના પહાડો છે. મી૰ લૉફ્ટસે બતાવ્યુંછે તેમ એ પ્રદેશ ઈરાની અખાતનો ભાગ હતો, અને સેંકડો વરસ લગી તૈગ્રિસ અને યુફ્રેટિસ નદીઓમાં માટી તણાઈ આવી તેનો બન્યોછે. છેલ્લી સરજમીન એશિયા મૈનરનો દ્વીપકલ્પ છે. આનાટોલિયાના ઊંચા પહાડી પ્રદેશનો એટલે દક્ષિણે તૌરસ અને ઉત્તરે પ્રતિ-તૌરસની વચ્ચે ભૂમધ્ય સમુદ્રને અને કાળા સરોવરને કાંઠે આવેલા મૂલકનો એ દ્વીપકલ્પ બન્યોછે.

એ મોટા પ્રદેશોની સીમાએ આવેલા પર્વતો ઊપડયા તે

સમયે તેઓ પણ ઊંચા આવ્યા. ગોબીનું રણ અને ઈરાન અને ગ્રેઈસ્તાનના પ્રદેશો ઘણાકાળ સૂધી હાલના કાસ્પી અને આરલ સમુદ્રોનાં જેવાં સરોવરોનાં કે ભૂમધ્ય સમુદ્રોનાં પાત્ર હતાં. એ બે સમુદ્રો પાછળ કહી ગયા તેમ મોટા પ્રાચીન સાગરના શેષ ભાગ છે; એ મોટો સાગર દક્ષિણ રૂશિયાના પ્રદેશને ઠામે હતો. એ બે સમુદ્રો અને ઈરાનનો પ્રદેશ તથા ગોબી રણની વચ્ચે એટલો ભેદ છે કે તેઓ ખંડના ખાડમાં છે; ને કાસ્પી સમુદ્રની પૃષ્ઠ સમુદ્રની સપાટીથી બ્યાશી ફુટ નીચું છે.

આઠમા અને નવમા પ્રકરણોમાં જણાવ્યુંછે કે જે દેશોમાં થઈ નદીઓ વહેછે તે દેશોનાં પૃષ્ઠનાં રૂપ, અને ત્યાંના વાયુની અવસ્થા, વિશેષે કરીને વરસાદ ઓછો વધતો હોય તે પ્રમાણે તે નદીઓના માર્ગ અને લક્ષણ હોયછે. આ વાત એશિયાને કેવી લાગુ પડેછે તેની તપાસ કરીએ. અહીં પહેલું જોવાનું એ છે કે ઉત્તર એશિયામાં પવનનું વાવું ઘણું કરીને પશ્ચિમ દિશાએથી છે, ને તે પવન યુરોપમાં થઈને ત્યાં આવેછે તેથી તેમાં વરાળ થોડીજ બાકી રહી હોય; માત્ર ભૂમધ્ય સમુદ્ર, કે કાળા સમુદ્ર કે કાસ્પી સમુદ્રપર થઈને આવે તેવારે તે વરાળ લાવે ખરો. પણ ભૂમધ્ય, અને કાળા સમુદ્રોપરથી આવતાં તેને એશિયા મૈનરના પહાડ અને કાકેસસ પર્વત ઓળંગવા પડે, અને તેમ કરવામાં તેઓમાંની ઘણી વરાળ ત્યાં ઉતરી પડે. અગ્નિ કોણમાંથી, એટલે ચીનાઈ સમુદ્રોમાંથી અને ત્યાંથી વધારે દક્ષિણે આવેલા સાગરપરથી જે પવન આવેછે તે ઉષ્ણ અને ભેજવાળો હોયછે અને તેથી ચીનના જે પ્રદેશોપર અને ડુંગરાપર થઈને તે જાયછે તેઓપર સારો વરસાદ વરસેછે અને પાક સારો થાયછે. ઉષ્ણકટિબંધમાંના સમુદ્રોપરથી આવતો પવન ભરતખંડના ઘણા ભાગમાં અને મલયદ્વીપકલ્પમાં વાયછે તેથી ત્યાં પણ એવુંજ બનેછે, અને નૈઋત્ય કોણના વા વાયછે તેવારે તો પુષ્કળ વરસાદ વરસેછે. પરંતુ અરબસ્તાનમાં પશ્ચિમથી કે પૂર્વથી પવન આવેછે અને તે નીલ નદીના નીચલા

ભાગપર આવેલાં રણ ઉપર થઈને, અને તેમજ જળહીન ઈરાનના અને બલુચિસ્તાનના પ્રદેશો અને પહાડોપર થઈને આવેછે. લાલ સમુદ્ર અને ઈરાની અખાત એટલા સાંકડા છે કે તેઓમાંથી ઝાઝી વરાળ મળતી નથી, ને જે થોડી મળેછે તેનો વરસાદ અરબસ્તાનના પહાડોપર વરસેછે તેથી એ દેશના વધારે મોટા ભાગપર તપેલી રેતીનાં રણ છે તેઓપર વરસાદનું એકે ફોરું પડતું નથી. હિંદી સમુદ્રોપરથી આવતો દક્ષિણનો પવન મધ્ય એશિયામાં પહોંચે ત્યાર પહેલાં તેને ઊંચા હિમાલયપર અને તિબેટના ઊંચા પહાડોપર કે ચીનના મુકાબલે એથી નીચા તથાપિ વગર સરખાવે કહીએ તો ઊંચા પર્વતોપર થઈને જવાનું છે; અને તેથી, પાછલાં પ્રકરણોમાં કહ્યા પ્રમાણે, તેઓમાં જેટલી વરાળ હોયછે તે બધી એ ઊંચા પર્વતોના શીતળ ઢાળ ઉપર ફૂલબરફ રૂપે ઉતરી પડેછે. એથી કરીને મધ્ય એશિયામાં બારે માસ કોરા દિવસ હોયછે; અરબસ્તાનની પેઠે એના મોટા ભાગમાં સમૂળગો વરસાદ વરસતો નથી. એ મુલકમાંથી વિશેષે કરીને વસંત ઋતુમાં જે પવન યુરોપમાં જાયછે તે એ કારણથી સૂકો, અને બહુ શીતળ હોયછે; કેમકે મધ્ય એશિયામાં અને પૂર્વ સેબિરિયામાં શીઆળામાં જેટલી સખ્ત ટાઢ પડે તેટલી એટલા અક્ષાંશમાં આવેલા ભૂગોળના બીજા કોઈ ભાગમાં પડતી નથી. એ ટાઢનું કારણ પાછલાં પ્રકરણોમાં સમજાવ્યુંછે.[1]

એમ એશિયાના અગ્નિ કોણમાં વરસાદ બહુ પડેછે, અને મધ્ય ભાગે ઘણો થોડો અથવા મુદ્દલ નહિ તેથી અગ્નિ કોણમાં મોટામાં મોટી નદીઓ હોવી જોઈએ; લાંબામાં લાંબી હોવી જોઈએ એમ નહિ, કેમકે ભૂમિના આકાર ઉપર લંબાઈનો આધાર હોયછે, પરંતુ વધારેમાં વધારે પાણીવાળી હોવી જોઈએ. એમજ છે. ચીનની આમુર; યાંગ-ત્સી-કિયાંગ, અને હોઆંગ-હો, કોચીન ચીનમાં મેકાંગ, બ્રહ્મદેશમાં ઈરાવદી, હિંદમાં ગંગા,

---

૧ પાને ૨૯ મે અને ૫૫ મે જુઓ.

અને આસામમાં બ્રહ્મપુત્ર એ વર્ષાજળ અને દક્ષિણ અને પૂર્વના પહાડોપરના વીધરેલા બરફનું પાણી લઈ જનારી અતિ અગત્યની નદીઓ છે. ઉત્તર એશિયામાં ઓબી અને તેમાં ઉમેરો કરનારી, તથા ઈર્તિશ, યેનિસી અને કેટલીક નાની પણ અગત્યની નદીઓમાં આલ્ટૈ, યબ્લોનોઈ અને બીજા પર્વતોના ઉત્તર ઢાળનું પાણી વહી જાયછે, તથા સૈબિરિયાના પ્રદેશનું શિયાળુ ફૂલબરફ લેઈ જાયછે. પશ્ચિમ મધ્ય એશિયામાં સિર-દર્યા, આમુ, અને ઓકસસ એ નદીઓ એજ પ્રમાણે થીઅ-નશાન, પમીર, અને હિંદુખોપરના જળને લેઇ જઈ આરલ અને કાસ્પી સમુદ્રોમાં રેડેછે. એ છેલ્લી નદીઓમાં બધું કે લગભગ બધું પાણી પર્વતોપરથી આવેછે, અને નવમા પ્રકરણમાં કહ્યુંછે તેમ સિંધુ નદીની પેઠે તેઓના નીચલા માર્ગમાં વિશાળ વરસાદ વિનાના પ્રદેશોમાં વહેછે. તેઓનું રસાળ કરનાર પાણી ન મળે તો તે પ્રદેશો ઊજડ રણ થઈ રહે.

એ નદીઓના ઉત્પત્તિસ્થાનની વચ્ચે, એટલે જે પર્વતોમાંથી તેઓ નીકળેછે તેઓની વચ્ચે એ ખંડના મધ્ય ભાગે મોટું ગોબી રણ અને મધ્ય અને પશ્ચિમ તિબેટની સરજમીન છે. એ બેઉમાં વરસાદ થતો નથી, અને યાર્કંદ, કાશ્ગર, અને ખોતાનની તથા આસપાસના ગ્લાસિયરોનું પાણી મેળવતી બીજી નાની નદીઓનાં જળ તારીમમાં ભળેછે તે સાગરને જઈ ન મળતાં રેતીમાં ઉતરી જાયછે કે સરોવરોમાં પેસેછે; એ સરોવરનાં પાણી બહાર નીકળી જવા પામતાં નથી તેથી તેઓ ખારાં છે. એ તળાવોમાં સર્વથી મોટાં બે છે,—ગોબી રણનું લોપ સરોવર અને તિબેટનું તેંગ્રી સરોવર.

એશિયાના અનેક વિભાગોમાં ઊંચાઈ, અને વાયુ ઉષ્ણતામાં જેમ ભેદ છે તેમજ ત્યાંની લીલોતરીમાં પણ છે, કેમકે હરકોઈ ભૂમિઉપર લીલોતરીનું ઓછું કે વધતું ઊગવું, તથા તેઓની જાતોનો આધાર ત્યાંની ઉષ્ણતા, ભેજ, વધતો ઓછો વરસાદ, અને ભિન્ન ભિન્ન ઋતુઓમાં એ સર્વમાં થતો ફેરફાર, તે જ-

મીનની સમુદ્રની સંપાટીથી ઊંચાઇ અને ત્યાંના પ્હાડોના ઢાળનું ઓછું વધતું ઊંધાડા પડવું એ ઉપર છે. જમીનની જાત કરતાં એ બધાની અસર વધારે છે. ઘણાંક મેદાન હાલ લીલોતરી વિનાનાં ઊજડ છે તેઓને રસાળ કરનાર પાણી મળે તો તેઓમાં સારા પાક અને મોટાં વૃક્ષ ઊગે. પંજાબ અને પશ્ચિમ હિંદના જે વિભાગોમાં પૂરતું પાણી નથી ત્યાંના રહેનારા આ વાત જાણેછે. જ્યાં વરસાદ પુષ્કળ અને ઘણીખરી ઋતુઓમાં વારે વારે આવેછે, વાયુ સદા ભીનો અને ગરમ, ગરમી બારેમાસ એકસરખી, એટલે દહાડાની અને રાતની ઉષ્ણતામાં, તથા ઊનાળા અને શિયાળાના તાપમાં ઝાઝો ફેર નથી ત્યાં વનસ્પતિ ઉત્કૃષ્ટ, અતિ પ્રફુલ્લિત અને ભાત ભાતની થાયછે. ઉષ્ણકટિબંધના સમુદ્રોમાંના દ્વીપમાં, મલય દ્વીપકલ્પમાં, સિંહલદ્વીપના પશ્ચિમ અને દક્ષિણ ભાગમાં અને ભરતખંડના મલબાર કાંઠે વિશેષે કરીને એવું છે. તાડ, ખજૂરી વગેરે તૃણદ્રુમો, વાંસ, કેળ તથા બીજાં સરસ ફળ અને ફૂલનાં ઝાડ ત્યાં ઊગેછે. જાયફળ, લવિંગ, તજ આદિ નાજુક તેજાનાના છોડ, ખેડ, ખાતર અને સંભાળથી ત્યાંજ ઉછેરી શકાયછે. રેાઠી વૃક્ષ (એ ફણસને મળતું છે) અને ઉપયોગી નાળિએરી ઉષ્ણકટિબંધના સમુદ્રોથી ઘણે છેટે ઊગતું નથી. પૂર્વ હિમાલય, આસામ, અને કાચારની નીચી અને ભેજવાળી ખીણોમાં વનસ્પતિ ખૂબ ઊગેછે; ત્યાં બારેમાસ જોઇએ તે પ્રમાણે મસ વરસાદ થાયછે, ને ઊનાળામાં બહુ તાપ નથી પડતો અને શિયાળામાં બહુ ટાઢ નથી પડતી. ઉષ્ણકટિબંધનાં કેટલાંક નાજુક વૃક્ષ અહિં ઊગતાં નથી, પણ ત્યાંનાં ઘાડાં વનમાં જેઓ ફરે તેઓને તે ખીણોની ઉન્મત્ત અને ભરપૂર વનસ્પતિ જોઈ અચરજ લાગ્યા વિના રહે નહિ. અહિં મોટાં ડાળાં પાંખડાં અને પાંદડાંથી ભરપૂર વૃક્ષો અતિશય ઊગેછે. દેશી બદામનું ઝાડ (દેશી બદામડી), વનરાજ, વડ વગેરે ઘણી જાતનાં મોટાં વૃક્ષોનાં રાક્ષસી થડ, મોટા વેલા, લીલ, અને અનેક જાતનાં ઝાંખરાંથી

એટલાં ઢંકાયાંછે કે ભાગ્યે નજરે પડેછે. વૃક્ષોને તોરણ બાંધ્યાં હોય તેમ મોટા મોટા અને જાત જાતના વેલા એક ડાળીએથી બીજીએ અને એક ઝાડપરથી બીજે ઝાડે જઈ તેઓને સાંકળી લીધાંછે, અને છેક ઉંચે વૃક્ષોની ટોચે ફરી વળ્યા હોયછે. આદું, હળદર, વાંસ, ઘણીક જાતનાં કાંટાવાળાં નાનાં ઝાડ વગેરેથી જમીન એટલી છવાઈ ગઈછે કે ચાલવાની જગા જડતી નથી.

હિંદની અંદરના ભાગમાં જ્યાં એથી ઓછું પાણી છે ત્યાં કેવળ જુદી જાતનાં અને ઓછાં પ્રફુલ્લિત વૃક્ષો છે. ડુંગરાની થડમાં માત્ર જંગલ હોયછે, બીજે ઠેકાણે ભાગ્યે હોયછે; ઘણે ઠેકાણે માત્ર નીચાં ઝાંખરાંવાળી ઝાડી, કાંટાવાળા આવળીઆ, કુંવાડીઆ, અને થડવરની ખજૂરી ઊગેછે; ઉપયોગી વૃક્ષમાં બાવળ, મહૂડો, આંબલી, સાગ, એ સાધારણ છે. વહેળાને કાંઠે મીઠી સુગંધનાં ફૂલવાળું કનેર, પાણીથી દૂરનાં સ્થળોમાં ધોળાં ફૂલવાળું મદાર અને રસથી ભરેલું પણ પાંદડાં વગરનું નરસીજ, સાધારણ છે. કોરી જગાઓમાં ઊગનારાં તૃણદ્રુમમાં માત્ર ખજૂરી અને તાડ છે, અને એ બંનેમાંથી કેફી તાડી મસ નીકળેછે માટે તેઓને બહુ રોપવામાં આવેછે.

ખેતીથી ઊગનારા ધાન્યના છોડવામાં મુખ્ય બાજરી, જુવાર, અને રાગી છે. ડાંગેરનું વાવેતર નદી કિનારાની ભૂમિમાં, કે તળાવમાંથી પાણી મળે તેવી જગાએ, અને કેટલાક પહાડોની બાજૂઓપર કોરી મોસમમાં પણ થાયછે. અનેક જાતના કઠોળ, તથા મકાઈ ડુંગરોમાં પણ થાયછે, અને હિંદુસ્તાનમાં, તથા મધ્ય હિંદના કેટલાક પ્રાંતોમાં ઘઉં અને જવ પાકેછે તે લોકનો મુખ્ય ખોરાક છે. શેરડી, તમાકુ, સોપારી, નાગરવેલ (પાન), રાઈ, સરસવ, તલ, એરંડી, અળસી, મગફળી ભીંડી, સણ, કપાસ, કસુંબો, ગળી, મરચાં, આદુ, હળદર, એળચી, વગેરે ઘણી જાતના ઉપયોગી પદાર્થો ભરતખંડનાં ખેતરોમાં અને વાડીઓમાં થાયછે; દક્ષિણ હિંદ અને લંકા દ્વીપના ડુંગરોપર બુનનું વાવેતર મસ કરવામાં આવેછે, પણ નીચેના

પ્રદેશોમાં તે થઈ શકતું નથી; હિમાલયના નીચલા ઢાળપર, અને બંગાળાની પૂર્વે આવેલા ડુંગરામાં આનું વાવેતર હાલ ઘણું અગત્યનું થઈ પડ્યુંછે. પરંતુ જ્યાં વરસના ઘણાં ખરા ભાગમાં થોડો ઘણો વરસાદ આવે ત્યાંજ એનો પાક સારો ઉતરેછે; ભરતખંડની માંહેના બીજા ડુંગરામાં કેટલાક માસ લગી વરસાદ થતો નથી અને તાપ ઘણો પડેછે તેથી ત્યાં તેનું બેડાણ થઈ શકતું નથી.

હિમાલય ઉપર ચડતાં નીચલા ઢાળપર ઊગનારી ઉષ્ણ-કટિબંધની વનસ્પતિ થોડે થોડે દેખાતી બંધ પડેછે. સિક્કિમ અને ભૂતાનમાં ૪,૦૦૦ કે ૫,૦૦૦ ફુટની ઊંચાઈએ વન આવેછે તેનાં ઝાડ દક્ષિણ યુરોપનાં ઝાડને મળતાં છે. ઓક, વાલ્નટ (અખરોટ), ચેસ્તનટ, માગનોલિયા અને ટન નામે યુરોપી વૃક્ષો ત્યાં સાધારણ છે. એ વૃક્ષોની નીચ ઝાડવાં ઊગેછે તેઓમાં વગડાઉ રાસ્પબેરી, અને ડફ્ને ઊગેછે, તેની છાલના જાડા કાગળ નેપાળમાં બહુ બનાવેછે. અહિં પણ જંગલી મહાડ (ફર્ન) પુષ્કળ ઊગેછે. ઘણાંક ઝાડનાં થડને ધોળા વાળ જેવી લીલ વળગેલી હોયછે, અને બડકને પડએ સુંદર લીલના જથા બાઝેલા હોયછે. વધારે ઊંચે ૮ કે ૧૦ હજાર ફુટપર આ વૃક્ષો બદલાઈ નાનાં નીચાં ઝાડ (-હોડોડેન્ડ્રોન) આવેછે તેઓનાં પાંદડાં સદા લીલાં હોયછે ને તેઓને સુંદર ગુલાબી અને જાંબુડીઆ રંગનાં ફૂલ થાયછે. એથી વધારે ઊંચે ચડતાં ડુંગરામાં મુખ્ય વૃક્ષ પાઇન છે. એ યુરોપના આલ્પ્સ પર્વતમાં પણ ઊગેછે. હિમાલયના વાયવ્ય ખૂણામાં સિક્રીમ કરતાં વાયુ સૂકો છે ત્યાંનાં જંગલ બહુ જાતનાં વૃક્ષોથી ખીલી રહેતાં નથી. ત્યાંથી નીચે ઉતરતાં સુંદર અને કીમતી દેવદાર વૃક્ષ આવેછે. એ પાઇન વૃક્ષનો એક પ્રકાર છે. ૧૫ હજાર ફુટની ઊંચાઈ સૂધી ખીણોમાં ઘઊં અને જવ પાકેછે, અને અપ્રીકાટ, એપ્પલ, પિયર, પીચ, ચેરી, વાલ્નટ વગેરે યુરોપી ફળ અને દ્રાક્ષ ઊગેછે, તે

સિક્કીમથી સાઢાં પાકેછે. સિક્કીમમાં ભેજ અને વાદળાં બહુ હોયછે તેથી ત્યાં એ ફળ સારાં પાકતાં નથી. ૧૫ હજાર ફુટથી વધારે ઊંચે વનસ્પતિ થોડીજ ઊગેછે, પરંતુ ડાકતર હુકર અને ટોમ્સન કહેછે તેમ ૧૯,૦૦૦ ફુટ લગી ઓગળેલા બરફના વહેળાની કોરે થોડા છોડ જોવામાં આવેછે, ને તેઓ મુખ્યત્વે બારમાસી હોયછે. બાર હજાર ફુટથી ઊંચે મોટાં ઝાડ થતાં નથી. તે હદ લગીની ખીણોમાં કેટલાક મેવાનાં ઝાડ લોક ઊગાડેછે, અને સિક્કીમથી કાશ્મીર લગીના પહાડોને એક જાતના પાઈન વૃક્ષે છાયી લીધોછે[1].

હિમાલયના બરફથી છવાયલા શિખરે ચઢી પેલી બાજૂએ જતાં તિબેટનો જળહીન પ્રદેશ આવેછે. અહિં યારૂ નદી (બ્રહ્મપુત્રના ઉપરના ભાગ) ની તથા સિંધુની ખીણ સિવાય બીજે બધે ઠેકાણે હરકોઈ જાતની વનસ્પતિ ઘણીજ થોડી ઊગેછે. સિક્કીમની ઉત્તરે વિશાળ સરજમીન છે તેની દક્ષિણ કોરેથી બે દિવસની મુસાફરીમાં ડાકતર હુકરે માત્ર ૧૫ કે ૨૦ જાતની વનસ્પતિ ભેગી કરી, અને પશ્ચિમ તિબેટમાં પ્રવાસ કરનારા પણ એજ પ્રમાણે કહેછે. આજસૂધી એટલું જાણવામાં આવ્યુંછે કે એ દેશ રેતાલ અને પાષાણી છે, અને કોઈ કોઈ ઠેકાણે નીચાણમાં ખારૂં પાણી ભરાઈ રહેછે. પૂર્વ ભાગમાં માત્ર ઝાડ ઊગેછે. તે બાજૂએ પર્વતોની શાખા ફૂટી ચીનના પ્રદેશો ભણી જાયછે, અને ત્યાં હુક અને ગાબેટના જોવામાં વનથી છવાયલા ડુંગરા આવ્યા; કેટલીક નીચી ખીણોમાં મેવા વગેરેનાં ઝાડ ઊગાડવામાં આવેછે. ગોબીના ઊંચા રણ વિષે એટલું જાણવામાં આવ્યુંછે કે ત્યાં કાંઈ ઊગતું નથી; માત્ર તેની સીમાએ ડુંગરા છે તેની તળેટીએ વનસ્પતિ ઊગેછે.

---

૧ ફ્લોરાઈન્ડિકા નામે હુકર અને ટ્રામસન કૃત ગ્રંથમાંથી, તથા હુકરની હિમાલય અને પશ્ચિમ તિબેટની મુસાફરીના વર્ણનમાંથી ઘણુંક ઉપલા હેવાલમાં લીધુંછે. હિમાલયની વનસ્પતિ વિષે જેને વધારે જ્ઞાન મેળવવું હોય તેણે એ ગ્રંથ વાંચવા.

ઈરાનના પ્રદેશો; ઇશાક અને ખોરાસાનની ધસ્યેનું ખારૂં રણ, અને કિર્મનનું રેતાળ રણ પણ ઊજડ છે. ઓક્સસ અને જક્સાર્ત્તેસ નદીઓના કાંઠાના પ્રદેશો બાદ કરતાં બાકીનું તુર્કસ્તાન પણ રેતાળ રણ છે; પણ ઉત્તરે આવેલા કિર્ઘીસ પ્રદેશમાં કાસ્પી સમુદ્રમાંથી ઉત્પન્ન થતી વરાળનો વરસાદ વરસેછે તેથી તે લીલોતરીથી છવાયલોછે.

ઈરાની અખાતને કિનારે આવેલા પર્વતોના ઢાળની, કાસ્પી સમુદ્રના પશ્ચિમ કાંઠાના મઝન્દેરન પ્રાંતની અને અઝેરબિજાનની જમીન ઇરાનમાં બીજી બધીથી વધારે રસાળ છે. મી० વિલિયમ ટી. બ્લાન્ફોર્ડ કહેછે કે પ્રાચીન ગ્રંથોમાં વર્ણન લખ્યાંછે તેપરથી સંભવેછે કે બે હજાર વરસપર ઈરાનની વસ્તી હાલથી ઘણી વધારે હતી, અને ખેતી પણ વધારે ભાગમાં થતી હતી, અને તે કાળે ત્યાં વરસાદ વધારે વરસતો તેથી એ પ્રમાણે હશે. ઝાડ કાપી નાખી જંગલનો નાશ કરવાથી કેટલોક વિકાર થાય, પાક થાય તેવી જમીન નાશ પામે, અને પાણી વેહેલું સુકાઈ જાય (આ વિષય ૮ મા પ્રકરણમાં સમજાવ્યોછે.); પણ માત્ર એજ કારણ બસ નથી; તે ધારેછે કે જ્યારે ઈરાનની ઉત્તરનો વિશાળ પ્રદેશ પાણી નીચે હતો, જ્યારે કાળો, કાસ્પી, અને આરલ સમુદ્રો એક હતા, અને લોફ્ટસના બતાવ્યા પ્રમાણે મેસોપોટેમિયા ઈરાની અખાતમાં હતો ત્યારથી મધ્ય એશિયાની વાયુ-અવસ્થામાં વિકાર થતો આવ્યોછે; મધ્ય એશિયાના પગથી આ રૂપ પ્રદેશના અને ઈરાનના દક્ષિણ કિનારાના ઊંચા થવા જોડે એ દેશના આ આસ્તે આસ્તે સૂકાઈ જવાનો સંબંધ છે.

ઈરાન, સિરિયા, અને એશિયા મૈનરની વનસ્પતિ હિંદી દ્વીપકલ્પની વનસ્પતિથી ભિન્ન છે, અને દક્ષિણ યુરોપનીને વધારે મળતી છે; સૂકા ભાગમાં તે આફ્રિકાનીને મળતી છે. યુરોપનાં સરસ ફળ નામે પીચ, બદામ (અસલ એ બે એકજ હતાં), ચેરી, વાલ્નટ, તરબુચ, ઓલિવ, શેતૂર, દ્રાક્ષ, અને

એપ્રિકોટનું મૂળસ્થાન એ દેશો છે. લારિસ્તાનના પહાડો ઓક વૃક્ષથી ઢંકાયલાછે, પણ રણના કાંઠાપર તો બાવળ, અકાશિયા, અસ્લેપિયાડ (સાધારણ મદાર એ જાતનું ઝાડ છે), તમરિસ્ક અને યુફોર્બિયા એ લાક્ષણિક વનસ્પતી છે.

જુદા જુદા દેશોની વનસ્પતિ જુદી હોયછે તે આ દૃષ્ટાંતો પરથી સમજાશે. જોડે જોડે આવેલા ઘણાક દેશોની વાયુઉષ્ણતા સરખી હોય તો તેઓમાંની વનસ્પતિ વધતી ઓછી મળતી હોયછે, અથવા જમીનની જાત અને ઉઘાડ પ્રમાણે માત્ર ભેદ હોયછે; પહાડના ઢાળ, મેદાન, પાણીપોચી જમીન; અને રેતાળ જમીન એ પ્રત્યેકપર તેની લાક્ષણિક વનસ્પતિ ઊગેછે; અથવા એક છેડાથી બીજા છેડા સૂધીમાં થોડો થોડો તફાવત પડતો ગયો હોયછે; પરંતુ વાયુઉષ્ણતા અને ઋતુમાં મોટો ભેદ હોયછે તો તેને અનુસરતો ભેદ વનસ્પતિનાં લક્ષણમાં અને થોડી કે વધારે હોવામાં હોયછે. પરંતુ જે દેશો છૂટા પડી ગયાછે, અને એ છૂટા પડવું લાંબા ભુસ્તરકાળથી થવું હોયછે. તો તેઓની વાયુઉષ્ણતા બહુ સરખી હોયછે, તોપણ ત્યાંની વનસ્પતિ જુદી જાતની હોયછે. આફ્રિકાની કેટલીક વનસ્પતિ છેક હિંદલગી પ્રસરેલીછે, તોપણ તેની અને આસ્ટ્રેલિયાની વનસ્પતિ વચ્ચે થોડુંજ મળતાપણું છે, અને એ બે ખંડોના કેટલાક ભાગની વાયુઉષ્ણતા ઘણી મળતી છે. એવું હોય અને એમાંના એક દેશના છોડ બીજામાં લઇ જવામાં આવે અને યુક્તિથી રોપાય તો તેઓ સ્વદેશના જેવાજ ઊછરેછે. સાધારણ કાંટાવાળું પેર કોરી પડતરજ ભોયમાં બધે ઊગેછે, તથા નાના કાંટાવાળાં પાંદડાંના અસ્ખસના છોડ ભરતખંડમાં સાધારણ છે તેઓ અસલ અમેરિકાના છે.

જનાવરોને પણ આ નિયમ લાગુ પડેછે. હાથી, ગેંડો, સિંહ (સાવજ), ચિત્તો, સાબર, હરણ, મગર (સુસવાટ) વગેરે ભરતખંડનાં ઘણાંક મોટાં જનાવર આફ્રિકામાં છે; પરંતુ તેઓનાં રૂપમાં થોડો ફેર છે; માત્ર સિંહ અને ચિત્તો એક

સરખા છે. સાધારણ કાળું રીંછ વગેરે કેટલીંક વળી ભરતખંડમાંજ વસેછે. ભૂગોળપર બીજા કોઈ દેશમાં નથી; પણ વાઘ આખા ભરતખંડમાં છે તેની જોડે ઉત્તર એશિયામાં પશ્ચિમે કોકેસસથી અરબસ્તાન બાદ કરતાં, આખા દક્ષિણ એશિયામાં છે, અને પૂર્વે આમુરથી બધા પૂર્વ એશિયામાં વસેછે. પૂર્વ બંગાળાનાં પૂંછડી વગરનાં અને લાંબા હાથવાળાં વાંદરાં ત્યાંથી પશ્ચિમે જોવામાં આવતાં નથી, પરંતુ મલય દ્વીપકલ્પમાં, સુમાત્રામાં અને જાવામાં પુષ્કળ છે. હનુમાન કપિની કેટલીક જાતો છે, તે બધી આખા હિંદમાં, લંકામાં હિંદીચીનમાં અને મલયદ્વીપકલ્પમાં વસેછે, પરંતુ હિમાલયની ઉત્તરે, તથા હિંદની પશ્ચિમે આવેલા કોઈ દેશોમાં નથી. સિંહલદ્વીપનું લોરી, મલયદ્વીપકલ્પનું ઊડતું લેમુર, અને બંગાળાનું ફેમુર કે શરમિન્દિ બિલ્લી એ વાંદરજાતનાં જનાવર છે. તેઓ માડાગાસ્કરમાં પુષ્કળ છે, પણ એશિયાખંડના બીજા કોઈ ભાગમાં નથી. સામટે મેળે જોતાં ભરતખંડનાં પ્રાણીમાત્ર મિશ્રરૂપ છે; કેટલાંક પશ્ચિમ એશિયા અને આફ્રિકાનાં પ્રાણીનાં સગાં છે, કેટલાંક એશિયાની પૂર્વ કે અગ્નિકોણનાં જનાવરોનાં કુટુંબી છે, અને થોડાંક આંહિંના ખાસ છે અથવા તેમને બહુ મળતાં આવે એવાં દક્ષિણ હિંદી સાગરના દ્વીપોમાં અને દક્ષિણ આફ્રિકામાં વસેછે.

હવે થોડા બોલ દ્વીપોવિષે કહેવાના રહ્યાછે. એ બે પ્રકારના છે, ૧ ખંડોની પાસેના અને ૨ ખંડોથી દૂર મહાસાગરોમાં નોખા રહેલા. ૧ લા પ્રકારના ઘણું કરીને કોઈ કાળે ખંડને વળગેલા હતા. એનું સારૂં ઉદાહરણ સિંહલ દ્વીપ છે. પ્રથમ તે હિંદનો ભાગ હતો. અને હાલ પણ છાછર ખાડીથી માત્ર છૂટો પડેલોછે. બંગાળી અખાતની પેલી બાજુએ આન્દામન અને નિકોબાર દ્વીપો, અને આન્દામન તથા કેપ નેગ્રેસની વચ્ચે કોકોસ ટાપુઓ છે તેઓ જે પર્વત આરાકાનથી કેપ નેગ્રસ લગી છે તેના ડૂબી ગયેલા ભાગનાં શિખર છે એમ જણાયછે. એ

પર્વત નેગ્રેસ આગળ ડૂબકી મારીને પાછો સુમાત્રામાં ઉપર આવ્યોછે, અને તે બેટનું હાડપિંજર બન્યુંછે એમ કહીએ તો ચાલે. પરંતુ દક્ષિણ આટ્લાન્ટિકમાં સંટહેલેના અને આસેન્શન ટાપુઓ, દક્ષિણ હિંદી સાગરમાં મારિસ અને સેયચેલેસ ટાપુઓ અને પાસિફિકમાં પોલિનેશિયા દ્વીપો છે તેવા બેટ ખંડની ભૂમિજોડે કદી સંધાયલા નહતા અને આગલા સમયમાં કોઈ વિશાળ અને હાલ કેવળ ડૂબી ગયલી ભૂમિના શેષ પણ નથી. પરવાળાંના બેટ પણ એજ વર્ગના છે. પહેલા પ્રકારના બેટ ભૂમિસંબંધક અને બીજા પ્રકારના સાગર સંબંધક કહેવાયછે.

એ પ્રકારના દ્વીપોની તળબદી વનસ્પતિ, અને તેઓનાં તળબદાં પ્રાણી (ચોપગાં, પક્ષી, સર્પાદિક પેટે ચાલનારાં, જીવડાં વગેરે પ્રાણી માત્ર) માં વિચિત્ર ભેદ છે. ભૂમિ સંબંધક દ્વીપોનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિ પાડોશની ભૂમિનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિની જાતનાં છે અથવા તેઓને પાસે પાસે મળતાં છે; તથાપિ તેઓની જાતો ત્યાં ઓછી હોયછે. ઉદાહરણ–સિંહલ દ્વીપનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિ હિંદના દક્ષિણ છેડાપરનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિને લગભગ મળતાં છે; પણ વાઘ, તરસ, અને ચિત્તો તે બેટમાં નથી. એવા બેટમાં કેટલીક જાતનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિ હોયછે તે પાસેના ખંડમાં નથી હોતાં. હનુમાન કપિની બે જાત તથા કેટલીક જાતની ગોકળગાય લંકામાં છે તે દક્ષિણ ભરતખંડમાં નથી. એમજ આન્દામન અને નિકોબાર ટાપુઓનાં પ્રાણી–વનસ્પતિ મલયદ્વીપકલ્પનાંને લગભગ મળતાં છે, પરંતુ તેઓમાં કેટલીક જાતો છે તે મલાયામાં નથી તેમ મલાયામાં ઘણી વધારે જાતો સાધારણ છે તે એ ટાપુઓમાં નથી.

સાગરસંબન્ધક દ્વીપોમાં એથી જુદી અવસ્થા છે. ત્યાં જાતો ઘણું કરીને થોડી હોયછે, પણ જે જાતો છે તેઓ વિશેષ અને ઘણીક બીજાં સ્થળોની જાતોથી ભિન્ન છે. ઉદાહરણ, યૂરોપી લોક ગયાની પૂર્વે ન્યૂઝીલાન્ડમાં એક પ્રકારના કોળ ઉપરાંત આંચળવાળાં જનાવર ન હતાં, અને તેઓમાં કોઈ વિશેષ

પ્રકારનાં પાંખ વગરનાં પક્ષીઓ હતાં, જેમાંની કેટલીક જાતોનાં અંગ પ્રચંડ હતાં; એવાં પક્ષી બીજે કોઈ ઠેકાણે ન હતાં વળી ગાલાપાગોસ ટાપુઓમાં હાલ દરિયાઈ સર્પ જીવતા છે તેવા બીજે કોઈ ઠેકાણે નથી. સેયચેલિસ દ્વીપોમાં કાચબાની એક પ્રચંડ જાત (જેને ભુલમાં હિંદી કચ્છ કહેછે) અને મોટા તાડ વર્ગનું ઝાડ હતું. બે ભેગાં નાળિએરને આકારે એનાં બીજ હતાં; મોરિશિયસમાં ડોડો નામે વિશેષ જાતનું પ્રચંડ ભૂમિ કબૂતર હતું; પણ તે ઊડી શકતું નહિ માટે સહેલથી પકડાઈ જતું અને મારી શકાતું તેથી તે જાત નાશ પામી.

પ્રાણી વર્ગમાં માણસ શ્રેષ્ઠ છે. ઊંચી જાતનાં કેટલાંક જનાવરોને ઘણીક વાતે તે મળતો છે એટલે સુધી કે જેઓ પ્રાણીવિદ્યા ભણ્યા નથી તેઓ માને નહિ; એના વસવાના નિયમ તેમનાને મળતા છે; પરંતુ સ્થળાંતર કરવાની તથા ભિન્ન ભિન્ન અવસ્થાને અનુકૂળ થઈ પડવાની માણસની શક્તિ ઘણી વધારે હોવાથી તે આખા ભૂગોળ ઉપર વસેછે. ઊંચા પર્વત અને મોટા સાગર ઓળંગવાની તથા એવી બીજી મોટી અડચણોને બીજાં જનાવર દૂર કરી શકતાં નથી તેઓને પોતાની શ્રેષ્ઠ બુદ્ધિબળ વડે માણસ જીતી શકેછે. અગ્નિનો અને વસ્ત્ર બનાવવાનાં સાધન અને હુનરનો શોધ (કુદ્રતે માણસને નવસ્ત્રો રાખ્યોછે) થવાથી તથા ઘણી અને ભિન્ન ભિન્ન જાતના ખોરાક પચાવવાની અને તેવડે પુષ્ટિ પામી સંતતિ ઉત્પન્ન કરવાની શક્તિ માણસમાં હોવાથી તે બહુજ ટાઢવાળાં અને બહુજ તાપવાળાં સ્થળોમાં જીવી શકેછે; બીજાં કોઈ પ્રાણીમાં એ શક્તિ ન હોવાથી તેઓ સર્વ સ્થળે જીવી શકતાં નથી. પ્રસરવામાં માત્ર સ્થળથી અને જળથી, ખોરાકથી અને વસ્ત્રથી, તથા જનાવરોના સામા થવાથી ઉત્પન્ન થતી અડચણો હોયછે તેઓને તો જંગલી માણસો પણ જીતી શકેછે; એ અડચણોને લીધે બીજા દેશોમાં ફેલાતાં વાર લાગે પણ તેઓથી બિલકુલ અટકાવી શકાય નહિ. ઊજડ અને

દગ્રાડે એવી રેતીવાળા અરબસ્તાનમાં, શીતકટિબંધના બરફથી ઢંકાયલા સત્કાર વિમુખ કાંઠાપર, અને એકલા પડી ગએલા ન્યૂજીલાન્ડ તથા પાસિફિક દ્વિપોમાં ઈતિહાસિક સમયના આરંભની પૂર્વે માણસની વસ્તી થઈ હતી; જ્યારે યૂરોપી લોકના જાણવામાં એ ભાગ આવ્યા ત્યારે ત્યાં વસ્તી હતી; કહાણીના સમયની પહેલાં ઘણા વખતપર યૂરોપના કેટલાક ભાગ શીતકટિબંધમાં ગ્રીન્લાન્ડની અવસ્થામાં હતા તેઓપરથી બરફ વીખરી જઈ ટાઢ ઓછી થતાં કોઈ જંગલી જાતના લોક આવી ત્યાં વસ્યા એ માણસો લોઢાથી અજાણ્યા હતા, અને વખતે પ્રાણ ધારણને માટે માણસોને મારી ખાતા હશે.

પરંતુ જ્યારે પોતાના નિર્વાહને અર્થે માણસને માણસની સામા થવાનું હોયછે ત્યારે જંગ જબરો મચેછે અને કામ કઠણ થઈ પડેછે. સવારી કરનાર લોક જે દેશપર સવારી કરે તે દેશના લોકથી શરીરે વધારે બળવાન, વધારે શૂરા અને ચપળ, અથવા એ વાતે સરખા હોય, અને બુદ્ધિબળ, જ્ઞાન અને સુધારામાં ચડિયાતા હોય તોજ જય પામી તે દેશનો કબજો કરી અને રાખી શકેછે, તથા જૂના રહેવાશીઓને હાંકી કાઢી શકેછે. માત્ર ગયાં ચારસેં વરસમાં, અને વિશેષે કરીને ગયા સેકામાં કળા કૌશલ્યમાં બહુ ચડીયાતા યૂરોપી લોકે અમેરિકામાં, વેસ્ટ ઈન્ડિસમાં આસ્ટ્રેલિયામાં, અને ન્યૂજીલાન્ડમાં અસલ વસનારા ઓછા સુધરેલા કે વગડાઉ દેશીઓની જમીન કબજે કરવા માંડીછે, અને તે દેશી લોક ક્ષય પામતા જાયછે. અર્વાચીન શોધ અને પરાક્રમ વડે સ્થળાંતર કરવામાં સાધન મળ્યાં ત્યાર પહેલાં એક પ્રજા પાડોશની બીજી પ્રજા પર સવારી કરતી, તેને જીતતી અને તેની ભૂમિ ખૂંચી લેતી; પરંતુ એમ ઝગડો કરનારી પ્રજાઓ વચ્ચે બળ કળનો ભેદ ઝાઝો ન હોવાથી વિજઈ લોકનો હેતુ પાર પડતાં વાર લાગતી અને ખાળેા વહેલો પડતો. એણે કરીને એવું બન્યું કે અર્વાચીન કાળ સૂધી ભૂગોળના અમુક ભાગમાં અમુક સ્પષ્ટ જુદી ઓળખાતી જાતના લોક

વસતા, અને પ્રત્યેકની વસ્તી–મર્યાદા નિશ્ચિત હતી તેમાં ઉતાવળે ફેર પડતો નહિ.

લગભગ આખો યૂરોપખંડ અને પશ્ચિમ અને દક્ષિણ એશિયાનો કેટલોક ભાગ આર્ય જાતની ભિન્ન ભિન્ન પ્રજાએ રોક્યો હતો, અને આજે પણ તેઓજ ત્યાં વસેછે. જૂજ મૂલક બાદ કરતાં બાકીના યૂરોપ–એશિયાખંડ સેમિટિ અને તુરાની જાતોમાં વહેચાયલો હતો–એશિયાના નૈર્ઋત્ય કોણ, અરબસ્તાન અને સિરિયામાં (ને આગળ ઉત્તર આફ્રિકામાં) સેમિટિ લોકની વસ્તી હતી, અને બાકીનામાં એટલે, ઉત્તર, મધ્ય, અને પૂર્વ એશિયામાં લાપલાન્ડમાં, અને હંગરીમાં તુરાની લોકની વસ્તી હતી. તુર્કસ્તાનમાં વિજયી રાજકર્ત્તા તુર્ક લોક તુરાની જાતના છે તેથી ત્યાં આર્ય અને તુરાની જાતોનો ઘણે દરજ્જે મિશ્ર થયોછે; ભરતખંડમાં પણ એમજ બન્યુંછે. કાકેસસ પર્વતની ખીણોમાં વસનારા આર્ય લોકની સુંદર નારીઓને તુર્ક લોક પરણેછે તેથી તુર્કસ્તાનમાં મિશ્ર પ્રજા ઉત્પન્ન થઇછે; ભરતખંડમાં જીતનારા અને જીતાયલા લોકની વચ્ચે લગ્ન વહેવાર થવાથી તેજ પરિણામ થયુંછે. માત્ર હિંદના વાયવ્ય કોણમાં વસનારા આર્ય લોક મુકાબલે શુદ્ધ વર્ણ છે. ઉપર જૂજ મૂલક બાદ કરતાં લખ્યુંછે તેનું કારણ એ કે મલયદ્વીપકલ્પને છેડે મલય જાત વસેછે, અને ત્યાંથી પૂર્વ આર્કિપેલાગો, અને ન્યૂઝીલાન્ડ સુધીના પોલિનેશિયામાં તેઓ ફેલાયાછે. આફ્રિકાના મોટા ભાગપર કાળી ચામડી અને વાંકડા (ઊન જેવા) વાળવાળી ઇથિઓપી એટલે હબશી જાત રહેલી હતી. એ જાત સુધારામાં ઘણીજ પાછળ હતી, અને અદ્યાપિ ત્યાં વસનારા તે લોક તેવાજ છે. બોસજેસમન નામે એ જાતનો એક ફાંટો માણસ વર્ગમાં નીચમાં નીચ અવસ્થામાં છે, અથવા કદાચ આસ્ટ્રેલિયાના મૂળ વતની તેમનાથી ઉતરતા હશે; એ પાછલા લોક કઈ જાતના છે તે વિષે હજી થોડુંજ જાણવામાં આવ્યુંછે. કોલમ્બસે અમેરિકા શોધ્યો ત્યાંલગી ત્યાં કેવળ જુદી જાતની વસ્તી હતી. એ

જાતમાં કેટલાક લોક બહુજ જંગલી હાલતમાં હતા અને મેક્સિકો, પીરૂ, વગેરેના લોક ઘણે દરજ્જે સુધરેલા અને કેટલાક વિચિત્ર અને મોજમઝાના હુનર જાણનારા હતા.

આ વિધ વિધ જાતો કેમ અને ક્યારે ઉત્પન્ન થઈ તે જાણવામાં નથી આવ્યું. જાતિલક્ષણના ભેદ તથા ભિન્ન ભિન્ન સુધારાની અવસ્થાથી તથા વાયુ અવસ્થાથી અને બીજાં કારણોથી પડેલા ભેદ છતાં તેઓમાં એટલું બધું સામાન્ય છે કે તેઓ ત્રીજા યુગના ઘણા વહેલાના સમયમાં અસલ એક મૂળથી ઉત્પન્ન થઈછે એમાં સંદેહ રહેતો નથી. યૂરોપના પ્રાચીન વતનીઓનાં હાડકાં અને ખોપરિયો ગ્લાસિયર યુગની પૂર્વેની નદીઓની કાંકરી અને મસાણોમાંથી નીકળ્યાંછે તેઓ હાલના માણસોનાં હાડકાં અને ખોપરિઓનાં જેવાંજ છે, તથા તેઓ વડે માણસની ઉત્પત્તિ અને જાતિભેદનો ખુલાસો થઈ શકતો નથી.

અવલોકન.

જે સાદા અને વિચિત્ર બનાવપર આપણે આરંભમાં ધ્યાન આપ્યું તેનું નિરૂપણ હવે આપણે પૂરૂં કર્યું. જે મનોરંજક વિષયો એક પછી એક હાથમાં લેતા ગયા તેપર સહજ નજર કરવી, અને તેઓના સ્વભાવ અને પૃથ્વીની રચનામાં તેઓની અગત્ય વિષે ટૂંકો ખુલાસો આપવો એજ મારો હેતુ હતો. આવડા નાના ગ્રંથમાં એથી વધારે થઈ શકે નહિ. તોપણ હું ધારૂંછું કે એવિષે કેટલું બધું શીખવાનું છે તેનો કાંઈક વિચાર લક્ષમાં આણે એટલું મેં કહ્યુંછે. એથી આગળ જે જે જાણવાનું છે અને જેની હદમાં આપણે ગયા નથી તેનું તો કાંઈ હું કહેતોજ નથી. ભૂતળવિદ્યા સ્વતંત્ર નહોતાં બીજી ભિન્ન ભિન્ન વિદ્યાઓમાંથી સહાય મેળવેછે. પદાર્થનાં અમિશ્ર રૂપ એટલે **રસાયની તત્વો** જેવડે બધી વસ્તુ બનેલીછે તેનું તથા જે નિયમો પ્રમાણે તેઓનું મળવું અને પૃથક્કરણ થવું થાયછે તેનું જ્ઞાન તે રસા-

યન શાસ્ત્રમાંથી સંપાદન કરેછે; જે સ્વાભાવિક મિશ્રણના પથરા અને ખડક બન્યાછે તેઓનો દેખાવ અને સ્વભાવ અને સૃષ્ટિમાં જે હાલતમાં તેઓ માલૂમ પડેછે તેનું જ્ઞાન ખનિજ વિદ્યામાંથી મેળવેછે. પદાર્થ ઉપર ઉષ્ણતા, પ્રકાશ, અને વિદ્યુતની શી અસર છે તેનું જ્ઞાન પદાર્થવિજ્ઞાનથી પ્રાપ્ત કરેછે; ગતિ અને સ્થિરતાના નિયમ યંત્રશાસ્ત્રથી જાણી લેછે; તે નિયમો પ્રમાણે આપણી પૃથ્વી ઉપર આકાશના બીજા ગોળાથી શું ફળ થાયછે તેનું જ્ઞાન ખગોળ વિદ્યામાંથી ગ્રહણ કરેછે. પૃથ્વીના પાછલા ઈતિહાસમાં જે બનાવ બન્યાછે તેનું જ્ઞાન ભૂસ્તર (કે ભૂગર્ભ) વિદ્યાથી હાંસલ કરેછે અને તેને સારૂ હાલના પૃષ્ઠ ઉપર પાષાણના જથા ખુલ્લા પડ્યાછે તેપરથી તે ઈતિહાસ વાંચવાની કૂંચી તેને આપેછે, અર્થાત્ તે ઇતિહાસ શોધવાની યુક્તિ ભૂતળવિદ્યા બતાવેછે. હાલ જે પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિ ભૂગોળ ઉપર હયાત છે, તથા દૂરના પ્રાચીન યુગોમાં જે હતાં, પણ ઘણા કાળ થયાં નાશ પામ્યાંછે, તેનું જ્ઞાન પ્રાણી વિદ્યા, ઉદ્‌ભિજ વિદ્યા, તથા પ્રાચીન પ્રાણીવૃક્ષવિદ્યામાંથી કાઢી લેછે, અને શારીર લક્ષણપરથી, સ્વભાવ અને આચારપરથી, વહેમ અને ભાષાપરથી માણસની વિધ વિધ જાતોનું અને તેઓના અરસપરસ સંબંધનું જ્ઞાન મળી શકે તે નૃજાતિ વિદ્યામાંથી ભૂતળવિદ્યા લેછે. અને તે જ્ઞાનવડે ભૂતળભૂગોળવેત્તા માણસ અને બીજાં પ્રાણીની વચ્ચેના સંબંધનું, તથા ભૂગોળના જે ભાગપર માણસ વસેછે તેની સ્થિતિપર તે શી અસર કરેછે, અને તે સ્થિતિથી તેનાપર શી અસર થાયછે તેનું જ્ઞાન ખોળેછે. વિદ્યાની આ પ્રત્યેક વિશેષ શાખાના અભ્યાસીનું કામ પોતપોતાની શાખાના વિષયોની તપાસ કરવાનું છે, પણ ભૂતળવેત્તાનું કામ સમગ્ર સૃષ્ટિને લક્ષમાં લેવાનું છે; પૃથ્વી અને તેઉપર વસનારાના ભિન્ન ભિન્ન અને મિશ્રિત દર્શન પ્રકાર જોવામાં આવેછે તે એના વિષય છે; એ વિષયોનો ખુલાસો અનેક વિશેષ વિદ્યાઓપરથી શોધવો એ તેનો હેતુ છે. પરંતુ એ વિદ્યાઓનાં દ્રવ્ય

અને પદ્ધતિનું જ્ઞાન મેળવ્યાવના એ થઈ શકે નહિ; તેમાં ભૂતળવિદ્યાના જે ભાગપર તે ધ્યાન આપે તેના સંબંધમાં જે વિદ્યાઓ અગત્યની છે તેનું જ્ઞાન તો તેને અવશ્ય હોવું જોઈએ. પાછલાં પાનાંમાં જે જે બાબતો વર્ણવીછે તે સંપૂર્ણ સમજી શકવાને માટે રસાયનવિદ્યા, યંત્રશાસ્ત્ર, અને પદાર્થવિજ્ઞાનમાંનું કેટલુંક આવડવાની જરૂર છે; માટે પ્રથમ એ વિદ્યાઓપર વિદ્યાર્થીનું લક્ષ લગાડવું.

ભૂસ્તરવેત્તા, સ્થાવરજંગમવિજ્ઞાની અને ઈતિહાસવેત્તા જે વિષયોનો વિશેષ અભ્યાસ કરેછે તેમાંના ઘણાકના ખુલાસાની કુંચી ભૂતળવિદ્યાથી મળેછે. હાલ જે વિકાર થયા જાયછે તે અને તેઓનું સ્થાયી પરિણામ જોઈ તેવડે ગયા કાળના અવશેષ પરથી ભૂસ્તરવેત્તા અનુમાન કરેછે. ભિન્ન ભિન્ન જાતનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિ ભૂપૃષ્ઠ ઉપર ભિન્ન ભિન્ન સ્થળે રહેલાંછે તેના ખુલાસાને માટે તથા કેઈ અવસ્થા તેઓના પ્રસરવાને અનુકૂળ કે પ્રતિકૂળ છે તે ખોળવાને માટે ભૂતળવિદ્યાથી જે બિનાઓ જાણવામાં આવેછે તેનો ખપ સ્થાવરજંગમવેત્તાને છે; પ્રજાને સુધરવાને જે અવસ્થાની પ્રથમ જરૂર છે તે તથા આગળના વસનારા સુખ સમૃદ્ધિથી નબળા પડી જઈ સહેલથી જીતી શકાય તેવા થાયછે ત્યાર પછીના વખતમાં નિર્ધન અને કઠણ શરીરના શૂરા લોકને જે લલચાવેછે તે મોઠી નદીઓના એડાય એવા રસાળ પ્રદેશોમાં ઈતિહાસવેત્તા જોયછે. લોકોના ઈતિહાસમાંના મોટા બનાવ, અને તેમનાં આગળ પડતાં વિશેષ લક્ષણો ઘણે દરજે તેઓની ભૂતળ સ્થિતિ પરથી પરોક્ષ કે પ્રત્યક્ષ રીતે ઉત્પન્ન થયાછે.

આ વિદ્યા જેમ ભૂતકાળને માટે ઉપયોગી છે તેમજ વર્ત્તમાન અને ભવિષ્યકાળને માટે પણ છે. સૃષ્ટિના સ્વતઃસિદ્ધ કળનો અને પદાર્થના સ્વભાવનો લાભ લેઈ હરેક અવસ્થામાં આપણું સુખ અને આપણી સોઈ વધારવાનો આપણે પ્રયત્ન કરીએ છીએ; તો આપણી એ કરવાની શક્તિ, સૃષ્ટિથી મળતાં સાધ-

નોને ઉપયોગી કરવાની, તેઓનો બિગાડ થતો અટકાવવાની, અને જે પ્રતિકૂળ બનાવ આપણે અટકાવી શકતા નથી કે વશ રાખી શકતા નથી તેથી બચવાની આપણી શક્તિ આપણા સૃષ્ટિના નિયમોના જ્ઞાનના પ્રમાણમાં હોવાની. અગત્યનાં કાર્ય કરવાને બળવાન સૃષ્ટિઉપાધિઓને વશ રાખી શકવાનાં પુષ્કળ ઉદાહરણ ઈજનેરી કામના ઇતિહાસમાં છે. તસ્કનીમાં મરેમ્મ અને વાલ ડિ ચિઆનાની પાણીપોચી જમીનમાંથી ઝેરી વાયુ ઉત્પન્ન થઈ માણસોને પીડા કરતો તેમાં આસપાસના ખારા વહેળાના પાણીને વાળી તેમાં ઘેરી રાખવાથી તેમાંનો પદાર્થ તેઉપર ઠરી બેઠો અને તેથી આરોગ્યકર અને રસાળ પ્રદેશ બન્યાછે. સને ૧૮૫૭ ની પહેલાં મહાનદીની જે શાખા કટક નગરની ઉત્તરે વહેતી હતી તે તેનું પાત્ર થોડે થોડે તજવા લાગી, અને તેની દક્ષિણ શાખામાં હદપાર પાણી ભરવાથી તે નગરનો નાશ થવાની ધાસ્તી ઉત્પન્ન થઈ. એ ધાસ્તી દૂર કરવાને પથરા અને ઝાડનાં થડની નાની પાળ એવી બનાવી કે નદીની રેતી પોતાની મેળે પૂરાઈ પાણીના પ્રવાહની દિશા બદલાઈ શહેરનો બચાવ થયો. અનુભવી એંજીનીઅરો આવા દાખલા ઘણા આપી શકે.

અજ્ઞાનથી વિનાશકારી પરિણામ થાયછે તેનાં ઉદાહરણ જંગલનાં વૃક્ષો અવિચારે કાપી નાંખવાના સંબંધમાં આપી ચૂક્યા છીએ. એથી કેટલેક ઠેકાણે વિશાળ પ્રદેશ વસાય નહિ તેવા થઈ ગયાછે, અને ઘણાક ઉપયોગી બારેમાસ વહેતા ઝરા કેટલાક વખત લગી સૂકા પડી જાયછે અને કેટલાક વખત સુધી વિનાશકારી વહેણ બનેછે.

છેલ્લું કહેવાનું એ છે કે જે બનાવ વશ રાખી શકાતા નથી તેઓથી થતી હાનિથી સૃષ્ટિના જ્ઞાન વડે દૂર રહી શકાયછે; રીડ અને રેડફીલ્ડે મોટાં વાવાઝોડાંમાંના વંટોળિયાની ગતિની શોધ કરી, અને પિડિંગ્ટન, ટોમ, અને મેલડ્રમે પછી પૂર્વ સમુદ્રોમાં તેઓનો માર્ગ ખોળી કાઢયો એ એનું ઉત્તમ દૃષ્ટાંત છે. વહા-

ખુવટીને આ જ્ઞાન હોવાથી, અને તેના વાયુતોલનયંત્ર વડે સૂચના મળવાથી તે ઘણીકવાર એ નાશકારક વાઓડાંથી નાશી છૂટે, અને વાઓડું બંધ પડયા પછી જે પવન છૂટેછે તે પૂઠનો હોય તો આગળ ચાલવામાં તેની મદદ લઈ શકે.